

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

Informe de Tesis

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE DE GUASTATOYA  
CABECERA DEPARTAMENTAL, DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

Presentado por  
Silvia Mayarí Cervantes Martínez

Para optar a el título de  
Química Farmacéutica

Guatemala, Mayo 2004

# ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Resumen	2
2. Introducción	3
3. Antecedentes	4
4. Justificación	7
5. Objetivos	8
6. Hipótesis	9
7. Materiales y Métodos	10
8. Resultados	30
9. Discusión de Resultados	55
10. Conclusiones	59
11. Recomendaciones	60
12. Referencias	61
13. Anexos	64

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue la “Evaluación de la calidad del agua potable de Guastatoya cabecera departamental, de El Progreso”, que es distribuida por el sistema actual de la red municipal, y para lo cual se realizaron análisis físicos ( color, olor, pH, turbidez, conductividad eléctrica), químicos (cloruros, cloro residual libre, dureza total, magnesio, calcio, nitritos), bacteriológico ( recuento total de heterotróficos mesófilos, coliformes generales, coliformes fecales).

Se realizó un muestreo de agua recolectándose en puntos clave como: nacimientos, tanque de distribución (3 muestras), hospital y barrios (13 muestras), tomando un total de 50 muestras lo cual fue realizado en un período de 6 semanas.

Los resultados obtenidos en cuanto a los análisis físicos y químicos, se encuentran dentro del límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP) establecidos por las normas COGUANOR, no así para el examen bacteriológico debido a la presencia de las diferentes bacterias (Enterobacter, Escherichia Coli, Pseudomas aeruginosa, Klebsiella sp).

Con base a los resultados y comparación con las normas COGUANOR se concluye que el agua para consumo humano de Guastatoya, posee características físicas y, químicas aceptables, no así con los exámenes bacteriológicos ya que presentó contaminación por las diferentes bacterias mencionadas en el anterior párrafo, lo cual indica que el agua no es potable, poniendo en riesgo la salud de la población.

Por lo cual la hipótesis es aceptada, siendo indispensable mantener un muestreo periódico y, llevar a cabo la cloración de una manera correcta.

## INTRODUCCIÓN

El agua juega papeles múltiples en las sociedades humanas, puede llegar a ser vehículo de transmisión de diferentes patógenos. El impacto de los abastecimientos de agua en la salud de la población se basa en la capacidad potencial de controlar los microorganismos patógenos presentes en el agua. El control de estos microorganismos depende de dos características primordiales en el diseño de los abastecimientos de agua: la calidad y cantidad de agua, las que pueden variar independientemente, es decir, que sea potable y que esté disponible en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades primordiales.

La población de Guastatoya consume agua proveniente de dos nacimientos ubicados en los cerros La Virgen y El Pinal, los cuales se encuentran circulados, identificados y tapados para su protección. El mantenimiento del pozo se lleva a cabo a través de una limpieza interna cada 2 ó 3 meses, el material de la red de distribución es de PVC, posee un depósito de almacenamiento de agua en donde se lleva a cabo la cloración, para su posterior distribución. Las personas desconocen si el agua está contaminada o no ya que ellos sólo pueden sospechar que algo está mal por medio del olor, sabor, es decir, sus propiedades organolépticas. Siendo los más afectados las personas cuyos mecanismos de defensa locales o generales están bajos, como ancianos, niños, etc. Generan enfermedades cutáneas, en membranas, mucosas del ojo, nariz, garganta, como también puede ser portadora de infecciones parasitarias.

Se pretende con este estudio evaluar la calidad del agua de distribución municipal de Guastatoya, para lo cual se tomaron muestras de diferentes puntos del sistema de distribución (nacimientos, tanque de distribución, barrios, hospital), las cuales se les realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológico, los resultados se compararon con las normas COGUANOR establecidas para agua potable y determinar basándose en éstas si el agua cumple o no con dichos parámetros.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 ACCIDENTES OROGRÁFICOS DE EL PROGRESO**

MONTAÑA: Anshigua.

CERROS: Agua blanca, Claro, del Sillon, de la Virgen, El Conacastillo, El Júcaro, El Magueyal, El Mal País, El Pinal. (9.8)

### **ACCIDENTES HIDROGRÁFICOS**

RÍOS: Anshagua, Ayansagua, El Carrizal, Grande o Motagua, Guastatoya. (9.8)

### **2.2. AGUA**

Todo ser viviente depende del agua para poder vivir, asearse, preparar los alimentos, y en la realización de muchas actividades domésticas. Por lo que es de gran importancia conocer el tipo de agua que se esté utilizando la cual, debiera ser potable "Apta para beber", de lo contrario ésta misma es un vehículo de diversas enfermedades, las cuales pueden ser desde una ligera gastroenteritis, hasta casos graves y fatales de Disentería, Cólera, Tifoidea, etc. La población más afectada son mujeres embarazadas, personas enfermas o inmunocomprometidas, ancianos, los niños, éstos últimos consumen mucho más líquidos que los adultos y su sistema inmunológico todavía está en desarrollo, como se

encuentran en crecimiento son más susceptibles a sufrir daños causados por contaminantes del agua. (9.5)

La poca higiene o malos hábitos de saneamiento y la falta de educación, colaboran muchas veces a la propagación de enfermedades, como parasitismo intestinal e infecciones, las cuales pueden ser prevenidas. (9.5)

### **ABASTECIMIENTO DE AGUA**

La fuente de agua de Guastatoya se obtiene por medio de agua subterránea o pozos. Debe encontrarse alejada de suministros u objetos de la superficie para evitar su contaminación, debe estar circulada, tener una tapa, que no se acumule cerca del pozo agua de lluvia ya que puede filtrarse hasta el mismo y contaminarlo, no deben existir cerca almacenamientos para malezas, productos químicos, gasolina, etc.

### **CALIDAD DEL AGUA**

La calidad del agua debe cumplir con las normas establecidas por COGUANOR, para la distribución. De los diversos procesos que existen para tratar el agua, la utilización del cloro es importante ya que es muy efectivo como desinfectante al destruir los microorganismos patógenos. (9.5)

El agua debe encontrarse libre de microorganismos, sustancias químicas que puedan generar problemas a la salud humana. (9.5)

## **2.3 ESTUDIOS REALIZADOS**

Estudios realizados en otros departamentos de la República:

- 2.3.1 En 1,982 Berganza, Nora evaluó el agua para consumo humano de la población de Amatillo, Ipala del departamento de Chiquimula realizándole análisis físico, químico y examen bacteriológico. (9.1) (30p)
- 2.3.2 En 1,984 Méndez, Lilian se realizó un estudio de control de calidad del agua potable para consumo humano de la ciudad de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, realizándole análisis físico, químico y bacteriológico. (65p)
- 2.3.3 En 1,991 Santizo, Wener determinó los niveles de nitratos en aguas para consumo humano de la ciudad de Rabinal, departamento de Baja Verapaz.
- 2.3.4 En 1,992 Cruz, Elizabeth realizó evaluación bacteriológica del agua de distribución del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala. (9.19)
- 2.3.5 En 1,998 López, Zuly realizó un estudio de Evaluación de la Calidad de Agua para consumo humano de la aldea el Paredón Buena Vista, La Gomera Escuintla.(9.3)
- 2.3.6 En 1,998 De León, Doreny realizó un estudio de Análisis del agua para consumo humano del Municipio de Cuilco, Huehuetenango. (9.2)
- 2.3.7 En el 2,000 Hernández, Carmen realizó un estudio de Control de Calidad de agua potable de la ciudad de Mazatenango.
- 2.3.8 En el 2002 Leiva, Román realizó un estudio de Determinación de la Calidad del Agua de distribución Municipal para consumo humano en el municipio de Livingston, Departamento de Izabal. (9.4)

2.3.9 En el 2003 Morales, Mirla realizó un estudio de Control de Calidad del Agua para consumo humano de la cabecera departamental de Jalapa municipio de Jalapa.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

En Guastatoya, cabecera departamental de El Progreso se ha dado un aumento de afecciones de índole gastrointestinal. La falta de interés en las autoridades hace necesario llevar a cabo un estudio para determinar si la forma de clorar y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua es el adecuado. La municipalidad, tiene la obligación de proveer a la población en general el agua potable.

Se pretende con este estudio evaluar la calidad del agua de distribución municipal, y de esta manera determinar si es o no potable. Se realizó para ello los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, en el sistema de distribución, con los resultados a obtener se podrá determinar si el agua cumple con las Normas COGUANOR para agua potable, e informar a las diferentes autoridades de los resultados de la investigación para que tomen las medidas correspondientes.

#### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 GENERAL**

- 4.1.1 Evaluar el agua de distribución municipal que utiliza la cabecera departamental de Guastatoya, El Progreso.

#### **4.2. ESPECÍFICOS:**

- 4.2.1 Evaluar por análisis microbiológico y fisicoquímico la calidad del agua que se consume en la cabecera departamental de Guastatoya, El Progreso.
- 4.2.2 Establecer los barrios que poseen un nivel de contaminación mayor.
- 4.2.3 Informar a las autoridades correspondientes para que tomen las medidas necesarias.

## 5. HIPÓTESIS

El agua de distribución municipal de Guastatoya cumple con los requerimientos fisicoquímicos, bacteriológicos establecidos por las normas COGUANOR, NGO 29 001, NGO 29 001:98 (1ª. Revisión), NGO 29 010, NGO 29 010 h1, NGO 29 010 h4, NGO 29011, NGO 29 011 h12, NGO 29 012, NGO 29 012 h11, NGO 29 012 h18, NGO 29 013 h7, NGO 29 013 h19, NGO 29 013 h23.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 UNIVERSO DE TRABAJO:

- Muestras de los pozos (2) de agua de Guastatoya.
- Muestra del tanque de almacenamiento y distribución de Guastatoya.
- Muestras representativas de grifos en barrios de Guastatoya.

## 6.2 RECURSOS HUMANOS

- Autor: Br. Silvia Mayarí Cervantes Martínez.
- Asesora: Licda. Julia Amparo García Bolaños.

## 6.3 MEDIOS

### 6.3.1 Recursos Materiales:

#### 6.3.1.1 Equipo y Material de Laboratorio:

- Frascos de vidrio de 250ml.
- Frasco de polietileno.
- Hielera
- Potenciómetro.
- Estufa.
- Centrífuga.
- Horno
- Refrigerador.
- Balanza analítica.
- Autoclave.
- Termómetro.
- Probetas de 25 y 50ml.
- Beaker de 250ml.
- Goteros.
- Pissetas.
- Spectroquant MERCK
- Incubadora a  $35\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Mechero
- Baño de María a  $44.5\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
- Cajas de petri estériles

- Pipetas estériles de 10 y 1 mililitros graduadas en 0.1 mililitros.
- Frascos estériles
- Tubos con caldo Lauril Triptosa o Caldo Lactosado con campanitas de Durham.
- Tubos con caldo bilis verde brillante con campanitas de Durham
- Tubos con caldo EC con campanitas de Durham
- Agua peptonada al 0.1 % en recipientes de 9 ó 90 mililitros
- Asas bacteriológicas
- Agar MacConkey

#### **6.4 Reactivos**

- Agar MacConkey MERCK
- Caldo verde brillante-bilis-lactosa MERCK
- Caldo E. Coli. MERCK
- Kit de reactivo para Nitritos MERCK
- Kit de reactivos para Dureza total MERCK
- Kit de Cloruros MERCK
- Kit de Cloro MERCK

#### **6.5 Procedimiento**

##### **6.5.1 Análisis Físicos:**

**6.5.1.1 Potencial de Hidrógeno:** Se determina con el potenciómetro con electrodos de vidrio. (9.9) La alcalinidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos, como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad tampón de un agua. En aguas naturales la alcalinidad es debida generalmente a la presencia de tres clases de iones: Bicarbonatos, Carbonatos, Hidróxidos. En algunas aguas es posible encontrar otras clases de compuestos (boratos, silicatos, fosfatos, etc.) que contribuyen a su alcalinidad.

La acidez de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar bases, como su capacidad para reaccionar con iones hidroxilo, como su capacidad para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. En aguas naturales la acidez puede ser producida por el dióxido de carbono, por la presencia de iones  $H^+$  libres, por la presencia de acidez mineral proveniente de ácidos fuertes como el sulfúrico, nítrico, clorhídrico.

**6.5.1.2 Olor:** Se determina mediante el sentido del olfato. Muchas pueden ser las causas de olores, las más comunes se encuentran: materia orgánica en solución, ácido sulfhídrico, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro, fenoles, aceites, diferentes especies de algas, hongos.

Determina la calidad de la misma y su aceptabilidad por parte del consumidor, para el control de los procesos. (9.9)

**6.5.1.3 Color:** Observar su apariencia física, debido a que no son muestras de agua de uso residual e industrial. (9.9)

Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos ácido húmico y algunos residuos industriales. El color natural en el agua existe principalmente por efecto de partículas coloidales cargadas negativamente; debido a esto, su remoción puede lograrse con ayuda de un coagulante de una sal de ión metálico trivalente como Aluminio, Hierro

**6.5.1.4 Conductividad:** Es la habilidad de transportar una corriente eléctrica. La conductividad del agua depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Es un valor estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos. (9.9)

**CONDUCTIVIMETRO InoLab level 2.**

El conductivimetro debe calibrarse y chequear la estabilidad de la señal de medida antes de proceder a realizar procedimiento de medición.

1. Conectar la celda de medición al instrumento.
2. Calibrar el instrumento o chequear la constante de la celda.
3. Chequear la estabilidad de la señal de medida (la cual tiene un efecto considerable en la reproducibilidad del valor medido.

**CONDUCTIVIDAD**

4. Sumergir la celda de medición de conductividad en la Muestra.
5. Presionar la tecla M hasta que aparezca. El valor de la Conductividad aparece en la pantalla.

Procedimiento:

1. Para la medición seleccionar el modo de medida presionando la tecla de modo. El instrumento automáticamente reconoce la temperatura de la muestra y compensa el resultado con tal de obtener resultados reproducibles.
2. La función AutoRead evalúa la estabilidad de la señal, estabilidad que tiene efecto sobre la reproducibilidad de la medición.
  - 2.1 Presionar la tecla de modo.

2.2 Activar la tecla de AutoRead. La medida que realiza en ese momento es mantenida.

2.3 Iniciar la función AutoRead presionando la tecla Run Enter.

2.4 El mensaje AR parpadea en la pantalla cuando se alcanza un valor estable.

2.5 Para terminar con esta función presionar la tecla AutoRead.

### **CONDUCTIVIDAD**

3.1 Sumerjir el electrodo en la muestra.

3.2 Presionar la tecla de modo hasta que la señal aparezca en el borde superior de la pantalla.

3.3 El valor de conductividad aparecerá en la pantalla. (9.26).

**6.5.2 Análisis Químicos:** Determina las cantidades de materia mineral y orgánica que existen en el agua proporcionando datos acerca de la contaminación.

**6.5.2.1 Cloruros:** El ión cloruro es una de las especies de cloro de importancia en aguas. Las principales formas del cloro en aguas son. Ácido clorhídrico, ión cloruro, cloro molecular, ácido hipocloroso, ión hipoclorito, ácido cloroso, ión clorito, dióxido de cloro, ácido clórico, ión clorato. Los cloruros aparecen en todas las aguas naturales en concentraciones que varían ampliamente. En aguas superficiales, sin embargo, su

contenido es generalmente menor que el de los bicarbonatos y sulfatos. Antes de descubrir los ensayos bacteriológicos se usaron los ensayos de cloruros para detectar contaminación por aguas residuales y por residuos industriales; hoy, continúan usándose para seguir la ruta de contaminación en pozos. Los cloruros interfieren la determinación de nitratos y demanda química de oxígeno.

Se evalúa por medio del aparato Spectroquant. El método a utilizar será el de Hierro (III) (9.9).

- Comprobar el valor del pH de la muestra, intervalo previsto: pH 1-12.
- En caso necesario, corregir el valor del pH añadiendo gota a gota solución diluida de ácido nítrico o la sal respectiva de amoníaco.
- Añadir con la pipeta 1ml (para 10-250mg/L) o resp. 5ml (2.5-25.0mg/L) de la muestra en un tubo de ensayo.
- Añadir con la pipeta 2.5ml de CI-1 (MERCK) y mezclar.
- Añadir con la pipeta 0.5ml de CI-2 (MERCK) y mezclar.
- Tiempo de reacción: 1 minuto.
- Añadir la solución a la cubeta correspondiente.
- Seleccionar el método con la selección automática.
- Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.

**6.5.2.2 Cloro:** Nos indica si las muestras han sido tratadas (hipoclorito de calcio) por ser gaseoso, lo cual es un tratamiento primario para aguas y que éstas sean aptas para consumo humano. Se evalúa por medio del aparato Spectroquant El método a utilizar será el de S-DPD, (oxidación de la dialquil-p-fenilediamina). (9.9)

- Comprobar el valor del pH de la muestra, intervalo previsto: pH 3-9.
- En caso necesario, corregir el valor del pH añadiendo gota a gota solución diluida de hidróxido sódico o de ácido sulfúrico.
- Añadir con la pipeta 5ml de la muestra en un tubo de ensayo.
- Añadir 1 microcucharada de azul de Cl<sub>2</sub>-1A.(MERCK)
- Agitar intensamente para disolver la sustancia sólida.
- Añadir 2 gotas de Cl<sub>2</sub>-3A y mezclar.(MERCK)
- Tiempo de reacción: 1 minuto.
- Añadir la solución a la cubeta correspondiente.
- Seleccionar el método con selección automática.
- Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.

### 6.5.2.3 Determinación de cloro (total)

Igual preparación, que el anterior sólo que en lugar de añadir 2gotas de Cl<sub>2</sub>-3A (MERCK) se añaden 2 gotas de Cl<sub>2</sub>-2A (MERCK).

Cantidad de cloro que agregaron (cloro exógeno). El más importante es el residual debido a que es el que permanece asegurando su potabilidad.

**6.5.2.4 Nitritos:** Su presencia es generalmente indicativa de procesos activos biológicos en el agua ya que es fácil y rápidamente convertido en nitrato

Se realiza por medio del aparato Spectroquant. El método a utilizar es Reacción Griess.

- Pipetear 5ml de la muestra en un tubo de ensayo.
- Añadir 1 microcucharada azul de NO<sub>2</sub>-AN.(MERCK)
- Agitar intensamente para disolver la sustancia sólida.
- Comprobar el valor de pH de la muestra, intervalo previsto: pH 2.0-2.5
- En caso necesario, corregir el valor del pH añadiendo gota a gota solución diluida de hidróxido sódico o resp. de ácido sulfúrico.
- Tiempo de reacción: 10 minutos.
- Añadir la solución a la cubeta correspondiente.
- Seleccionar el método con selección automática.
- Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.

**6.5.2.5 Dureza Total:** Como aguas duras se consideran aquellas que requieren cantidades considerables de jabón

para producir espuma y producen incrustaciones en las tuberías de agua caliente, calentadores, calderas y otras unidades en las cuales se incrementan la temperatura del agua. En la práctica, se considera que la dureza es causada por iones metálicos divalente capaces de reaccionar con el jabón para formar precipitados y con ciertos aniones presentes en el agua para formar incrustaciones. Los principales cationes que causan dureza en el agua y los principales aniones asociados con ellos son: Calcio, Magnesio, Estroncio, Hierro, Manganeso. El valor de la dureza determina, por lo tanto, su conveniencia para uso doméstico e industrial y la necesidad de un proceso de ablandamiento. El tipo de ablandamiento por usar y su control depende de la adecuada determinación de la magnitud y clase de dureza. Se realiza por medio del aparato Spectroquant. El método a utilizar será complejo de fenoftaleína. (9.9)

**Preparación:**

- Analizar las muestras inmediatamente después de la toma de muestras.
- El valor del pH debe encontrarse en el intervalo 5-8. Ajustar si es necesario, con solución de hidróxido sódico o con ácido clorhídrico.
- Comprobar el contenido de dureza total con Merckoquant Test Dureza total. Deben diluirse con

agua destilada las muestras con más de 150mg-l de Ca 4°C (39°F).

- Filtrar las muestras turbias.
- Sacar el envase del refrigerador como mínimo 30 minutos antes del uso y llevarlo a temperatura ambiente.

#### **Preparación de la muestra de medición:**

- Muestra preparada (15-25°C) 0.2ml pipetear en una cubeta de reacción, cerrar la cubeta y mezclar.
- Reactivo H-1K (MERCK) 0.2ml Añadir con pipeta, cerrar la cubeta y mezclar. Dejar en reposo exactamente 10 minutos, luego medir. Valor de medición A (dureza total).
- Diferenciación Ca/Mg:
- Reactivo H-2K (MERCK) 0.2ml Añadir con pipeta a la cubeta ya medida, cerrar la cubeta y mezclar. Medir de nuevo inmediatamente: Valor de medición B (contenido de Mg).

#### **Medición:**

- Para la medición fotométrica las cubetas deben estar limpias, si es necesario limpiarlas con un paño seco y limpio.
- Las turbideces después de acabada la reacción dan como resultado valores falsamente elevados.

- El valor del pH de la solución de medición debe encontrarse en el intervalo 9.4-9.6.
- El color de la solución de medición permanece estable sólo por breve tiempo. Por esto deben observarse exactamente los tiempos antes citados.
- Luego se ven las conversiones en una tabla. (Ver anexos).

**6.5.2.6 Turbidez:** Es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea reemitida y no transmitida a través de la suspensión. Puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos. Los valores de turbiedad sirven para determinar el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtrabilidad y, consecuentemente, la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de los procesos de coagulación, sedimentación y filtración, como determinación de la potabilidad del agua. (9.9)

**Actividades preparatorias de la muestra:**

- Encender el aparato.
- Esperar 30 minutos para que caliente.

- Realizar procedimientos de calibración en los intervalos especificados.
- Lavar una celda limpia con la muestra a ser medida. Colocar aproximadamente 20ml de muestra en una celda. Cerrar la celda rotarla varias veces antes de tirar la muestra.
- Repetir el procedimiento de lavado dos veces más.
- Llenar la celda con la muestra a ser medida (con aproximadamente 30ml). Cerrar la celda con el tapón de protección.
- Asegurarse que la celda por fuera está limpia, seca y libre de huellas dactilares.
- Insertar la celda en el porta celda.
- Alinear la cubeta.
- El valor de la turbidez aparece en unidades nefelométricas de turbidez (NTU). El instrumento automáticamente selecciona el rango de medida y resolución.
- TURBIQUANT 1500 IR/T.

### 6.5.3 Examen Bacteriológico: (9.9)

Se lleva a cabo por medio del método de recuento de coliformes generales y fecales por el método de tubos múltiples de fermentación.

### **Propósito**

Es un procedimiento extremadamente útil que permite apreciar la calidad sanitaria del agua y la efectividad de los procesos de tratamiento. Se puede usar para examinar aguas de bebida, aguas naturales y efluentes.

### **Procedimiento**

#### **Prueba de orientación (presuntiva)**

Inocular una serie de tubos con caldo Lauril triptosa o caldo Lactosado, con cantidades decimales apropiadas (múltiplos y submúltiplos de un mililitro) de la muestra. El tamaño de los tubos y su número varían de acuerdo a las características del agua a analizar. Considerar la siguiente tabla:

INÓCULO ML	CANTIDAD DE MEDIO EN TUBO ML	VOLUMEN DE MEDIO MÁS INÓCULO ML	MEDIO DESHIDRATADO REQUERIDO g /L	
			CALDO LAURIL TRIPTOSA	CALDO LACTOSADO
1	10 ó más	11 ó más	35.6	13.0
10	10	20	71.2	26.0
10	20	30	53.4	19.5
100	50	150	106.8	39.0
100	35	135	137.1	50.1
100	20	120	213.6	78.0

### **Agua No Potable**

- Adicionar 10 mililitros de la muestra a cada uno de 5 tubos con 10 mililitros de caldo lactosado de doble concentración.
- Adicionar 1 mililitro de la muestra a cada uno de 5 tubos con 10 mililitros de caldo lactosado de concentración normal.
- Agregar 0.1 mililitro de la muestra a cada uno de 5 tubos con 10 mililitros de caldo lactosado de concentración normal.

### **Agua Potable**

Existen las siguientes alternativas:

1. 5 réplicas de caldo lactosado de triple concentración para porciones de 20 mililitros de agua.
2. 10 réplicas de caldo lactosado de doble concentración para porciones de 10 mililitros de agua.

- Incubar los tubos de fermentación inoculados a  $35\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Agitar los tubos suavemente después de las  $24\pm 2$  horas y examinar si hay producción de gas
- Reincubar si no hay gas y examinar a las  $48\pm 3$  horas.
- Anotar la presencia o ausencia de gas (o ácido si se incorporó al medio un indicador de pH) sin considerar la cantidad de gas en cada tubo.
- Interpretar la formación de gas en cualquier cantidad entre  $48\pm 3$  horas como una prueba presuntiva positiva. No confundir el apareamiento de burbujas de aire en un tubo claro con la producción de gas. Si se forma gas

como resultado de la fermentación, el caldo de cultivo aparece turbio. La fermentación activa puede mostrar el apareamiento de pequeñas burbujas de gas a través del medio afuera de las campanas cuando el tubo se agita suavemente.

- Interpretar la ausencia de gas (y ácido) al final de las  $48 \pm 3$  horas como prueba presuntiva negativa.
- Confirmar los tubos negativos de la prueba presuntiva de aguas potables y recreacionales. Se debe trasladar un fuerte inóculo a caldo bilis verde brillante para verificar supresión de coliformes. En ocasiones miembros del grupo coliforme pueden formar gas en forma muy lenta.

#### **Prueba de confirmación**

- Trabajar con todos los tubos primarios que presenten formación de gas incluso antes de las 48 horas.
- Agitar suavemente o rotar los tubos de fermentación que presenten gas.
- Sembrar una asada (asa de 3 mm de diámetro) a partir de cada tubo positivo a gas en la prueba presuntiva, a tubos de fermentación que contengan caldo Bilis Verde Brillante para coliformes totales y otra asada a caldo E. Coli (Bilis Verde Brillante) para coliformes fecales.
- Incubar los tubos de Bilis Verde Brillante inoculados para coliformes totales por  $48 \pm 3$  horas a  $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ .
- Incubar los tubos de caldo E. Coli (Bilis Verde Brillante) para coliformes fecales por  $24 \pm 2$  horas a  $44.5 \pm 0.2^\circ\text{C}$  en

un baño de agua entre los 30 minutos después de haberlos inoculado.

- Interpretar la presencia de gas en cualquier cantidad para coliformes totales y fecales como una prueba confirmativa positiva.
- Anotar el número de tubos positivos de cada dilución sembrada e incubada a las dos temperaturas.

### **Prueba complementaria**

Se realiza a partir de los tubos de la prueba confirmativa. Establece en definitiva la presencia de coliformes y es un control de calidad de los datos. Puede hacerse por la doble confirmación de caldo Bilis Verde Brillante y caldo E.coli.

- Estriar una asada del 10% de los tubos positivos a agar MacConkey e identificar.

### **Interpretación (estimación de la densidad bacteriana)**

La combinación de tubos positivos se busca en las tablas para obtener el número más probable (NMP) por 100 mililitros de muestra analizada. (Ver anexos)

## **6.5.4 Diseño de la investigación:**

### **6.5.4.1 Muestra:**

Diferentes puntos del sistema de distribución de agua potable (nacimientos, tanque de distribución, casas de los diferentes barrios, hospital).

### 6.5.4.1.1 Número de muestra:

$$n = N \frac{\sigma^2}{\frac{(N-1)\Delta^2 + \sigma^2}{NC^2}}$$

Donde:

Nivel de Confianza (NC) = 95% = 1.96

Varianza  $\sigma^2 = 0.25$

Límite de error =  $\Delta$  15% = 0.15

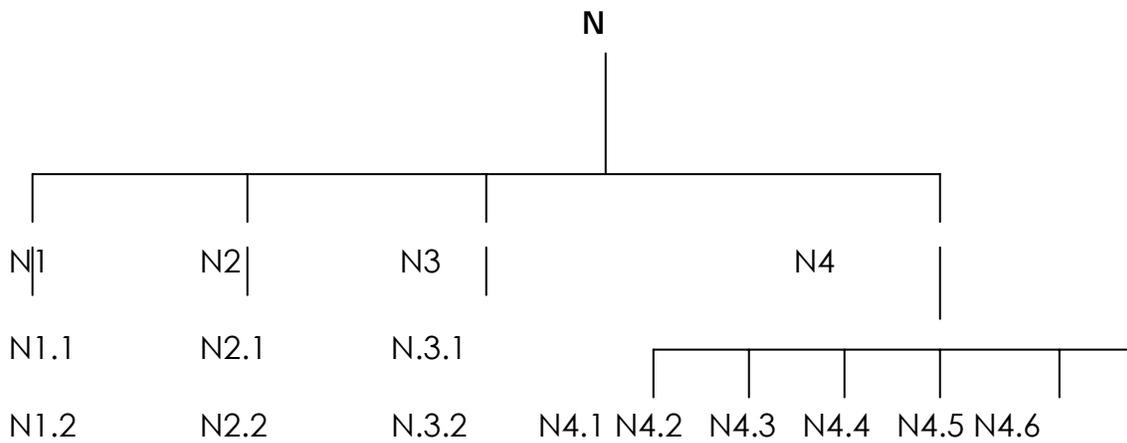
Número poblacional = 2700

$$n = \frac{(2700) (0.25)}{\frac{(2700-1) (0.15)^2 + 0.25}{(1.96)^2}}$$

n = 43

El número total de muestras será de 50. Para darle mayor validez al trabajo.

### 6.5.4.1.2 Diseño de Muestreo:



N1.3

N2.3

N.3.3

**Donde:**

N Población de Guastatoya

N1 Nacimiento El Pinal.

N2 Nacimiento de la Virgen.

N3 Tanque de almacenamiento y distribución.

N4 Barrios de Guastatoya.

N4.1 Barrio La Joya

N4.2 Barrio El Calvario.

N4.3 Barrio El Golfo. (Más poblado)

N4.4 Barrio La Democracia.

N4.5 Barrio Minerva. (Menos poblado)

N4.6 Barrio El Porvenir (Más poblado)

**Toma de muestra:**

**Para Examen Microbiológico de agua:** El envase utilizado deberá ser estéril de vidrio resistente al calor, de boca ancha. El volumen mínimo de muestra es de 100 centímetros cúbicos (mililitros). Las muestras deben tener una etiqueta con los datos de su origen (localidad, fuente, punto de muestreo), la fecha y hora de recolección y datos sobre su transporte.

**Muestras de Chorro:** Para la toma de muestra, utilice un mechero de alcohol, o bien humedezca un algodón con alcohol sostenido con una pinza, flamee directamente el chorro. Abra completamente el chorro y se deja correr el agua durante 2 ó 3 minutos, regule el grosor del flujo de agua dejándolo correr constante durante 5 minutos y se llena la botella. Luego cierre el envase y rotular.

Transporte: debe ser enviada al laboratorio sin demora y en refrigeración (temperatura menor de 10°C). Para la toma de muestras fisicoquímicas se realiza el mismo procedimiento, solo que el envase utilizado es de polietileno, y el transporte es a temperatura ambiente. El tipo de muestreo a utilizar será al azar. (9.9)

#### 6.5.4.2 Análisis:

Se realizarán las medidas descriptivas de las diferentes variables a analizar. Color, olor, pH, turbidez, conductividad eléctrica, cloruros, cloro residual libre, dureza total, Calcio, Magnesio, nitritos, examen bacteriológico (recuento total de heterotróficos mesófilos, coliformes generales, coliformes fecales). Se calcularán intervalos de confianza, medias, desviaciones estándar, para lo cual se utilizará el programa Excel.

Los resultados obtenidos de los diferentes análisis se compararán con las Normas COGUANOR para agua potable, se determinará si cumple o no con los diferentes parámetros.

PRUEBA	LMA	LMP
Color	5.0u	50.0u
Olor	No rechazable	No rechazable
PH	7.0-8.5	6.5-9.2

Turbidez	5.0 UtnN o Utj	25.0 Utn o utj
Conductividad eléctrica	50 $\mu$ mho/cm	1500 $\mu$ mho/cm
Cloruro	200.000 mg/L	600.000mg/L
Cloro		
Cloro residual libre	0.3-0.5 mg/L	0.6-1.0 mg/L
Dureza total	100.000mg/L	500.000mg/L
Calcio (Ca)	75.000mg/L	200.000mg/L
Magnesio (Mg)	50.000mg/L	150.000mg/L
Nitritos	0	

**límite máximo permisible (LMP)** Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para consumo humano.

**límite máximo aceptable (LMA)** Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.

Conociendo los LMA y LMP de las normas COGUANOR se compararán los resultados, basándose en ellas para determinar si el agua es potable o no.

## 8. RESULTADOS

### RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

Tabla 8.1  
RECuento TOTAL DE HETEROTROFICOS MESOFILOS  
(Vertido en Placa Agar PCA, 48h, 37°C. UFC/mL)

UFC/ml

Semanas/ tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6		
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3
Tanque	1100.00 No cumple	0.00 cumple	0.00 Cumple							
Nac. Pinal	1100.00 No cumple	600.00 No cumple	10.00 Cumple							
Nac. La Virgen	800.00 No cumple	100.00 Cumple	50.00 Cumple							
Ba. La Joya	10.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple					
Ba. El Calvario	800.00 No cumple	400.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple		0.00 Cumple			
Ba. El Golfo	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	20.00 Cumple		
Ba. La Democracia		0.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple		0.00 Cumple	35.00 Cumple		
Ba. Minerva		0.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple			MNPC No cumple	MNPC No cumple	
Ba. El Porvenir	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple		0.00 cumple	50.00 cumple	40.00 cumple	22.00 Cumple
Hospital	600.00 No cumple	10.00 Cumple	60.00 No cumple		0.00 Cumple			0.00 Cumple		

La tabla 8.1 muestra los resultados del recuento total de heterotróficos mesófilos, los cuales nos indican la presencia o ausencia de bacterias en general, se identifica en la primera fila horizontal las semanas de muestreo, en la primera columna de izquierda se identifican los lugares, la Norma COGUANOR, establece el recuento total de microorganismos debe ser menor de 500UFC/ml.

MNPC: muy numeroso para contar.

Tabla 8.2  
**COLIFORMES GENERALES**  
 (Tubos Múltiples, NMP, Caldo Bilis Verde Brillante, 48h, 37°C)

Semanas/ Tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6		
	Toma 1	Toma 1	Toma1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3
Tanque	110.00 No cumple	1.80 Cumple	0.00 Cumple							
Nac. Pinal	90.00 No cumple	98.00 No cumple	43.00 Cumple							
Nac. La Virgen	68.00 No cumple	45.00 No cumple	36.00 Cumple							
Ba. La Joya	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple					
Ba. El Calvario	1200.00 No Cumple	110.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple		0.00 Cumple			
Ba. El Golfo	0.00 cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple	150.00 No cumple		
Ba. La Democracia		0.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple		0.00 Cumple	73.00 No cumple		
Ba. Minerva		0.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple		0.00 Cumple	210.00 No cumple	210.00 No cumple	
Ba. El Porvenir	0.00 Cumple	0.00 Cumple	0.00 Cumple		0.00 Cumple		0.00 Cumple	73.00 No cumple	200.00 No cumple	150.00 No cumple
Hospital	1450.00 No cumple	130.00 No cumple	30.00 No cumple		0.00 Cumple			0.00 Cumple		

Coliformes generales/100ml

La tabla 8.2 muestra los resultados obtenidos de la prueba confirmativa, para coliformes generales/100ml, en la primera fila horizontal se indican las semanas de muestreo, la primera columna por la izquierda se identifican los lugares, las Normas COGUANOR indica que debe existir menos de 2 coliformes/100ml.

Tabla

Semanas/ Tomas	Seman a 1	Seman a 2	Seman a 3		Seman a 4		Seman a 5	Seman a 6		
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3
Tanque	0 <sup>*1</sup>	0 <sup>2</sup>	0							
Nac. Pinal	0*	0*	0*							
Nac. La Virgen	0*	0*	0*							
Ba. La Joya	0	0	0		0					
Ba. El Calvario	0*	0	0		0		0			
Ba. El Golfo	0	0	0	0	0	0		0 <sup>3</sup>		
Ba. La Democracia		0	0		0		0	73 <sup>2</sup>		
Ba. Minerva		0	0		0		0	0 <sup>3</sup>	0*	
Ba. El Porvenir	0	0	0		0		0	0 <sup>3</sup>	0 <sup>3</sup>	0 <sup>3</sup>
Hospital	0*	0*	0*		0			0		

8.3

**COLIFORMES FECALES**  
**(Tubos múltiples, NMP, Caldo Bilis Verde Brillante, 24-48h, 44°C)**  
**Coliformes fecales/100ml**

- \* Se aisló Pseudoma aeruginosa.
- 1 Se aisló Enterobacter sp.
- 2 Se aisló Escherichia Coli
- 3 Se aisló Klebsiella sp.

La tabla 8.3 muestra los resultados obtenidos del análisis para coliformes fecales/100ml, en la primera fila horizontal se indican las semanas de muestreo en la primera columna por la izquierda se identifican los lugares muestreados, se utilizó el método de tubos múltiples, la norma COGUANOR establece que no debe existir UFC mayor de 4.

## ANÁLISIS FÍSICO

Tabla 8.4

### COLOR

Semanas/ Tomas	Seman a 1	Seman a 2	Semana 3		Semana 4		Seman a 5	Semana 6			CONCLUSION
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3	

Tanque	Incolor o	Incolor o	Incolor o								Aceptable
Nac. Pinal	Incolor o	Incolor o	Incolor o								Aceptable
Nac. La Virgen	Incolor o	Incolor o	Incolor o								Aceptable
Ba. La Joya	Incolor o	Incolor o	Incolor o		Incolor o		Incolor o				Aceptable
Ba. El Calvario	Incolor o	Incolor o	Incolor o		Incolor o		Incolor o				Aceptable
Ba. El Golfo	Incolor o			Aceptable							
Ba. La Democracia		Incolor o	Incolor o		Incolor o		Incolor o	Incolor o			Aceptable
Ba. Minerva		Incolor o	Incolor o		Incolor o			Incolor o	Incolor o		Aceptable
Ba. El Porvenir	Incolor o	Incolor o	Incolor o		Incolor o		Incolor o	Incolor o	Incolor o	Incolor o	Aceptable
Hospital	Incolor o	Incolor o	Incolor o		Incolor o			Incolor o			Aceptable

La tabla 8.4 muestra los resultados obtenidos para el parámetro de color, el cual se realizó solo con la vista debido a que no son aguas residuales, o aguas negras, para lo cual se observa en su totalidad la aprobación de las mismas.

Tabla 8.5

### OLOR

Semanas/ Tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6			CONCLUSION
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3	
Tanque	N.R	N.R	N.R								Aceptable
Nac. Pinal	N.R	N.R	N.R								Aceptable
Nac. La Virgen	N.R	N.R	N.R								Aceptable
Ba. La Joya	N.R	N.R	N.R		N.R		N.R				Aceptable
Ba. El Calvario	N.R	N.R	N.R		N.R		N.R				Aceptable
Ba. El Golfo	N.R	N.R	N.R	N.R	N.R	N.R	N.R	N.R			Aceptable
Ba. La Democracia		N.R	N.R		N.R		N.R	N.R			Aceptable
Ba. Minerva		N.R	N.R		N.R			N.R	N.R		Aceptable
Ba. El Porvenir	N.R	N.R	N.R		N.R		N.R	N.R	N.R	N.R	Aceptable
Hospital	N.R	N.R	N.R		N.R			N.R			Aceptable

La

tabla 8.5 representa la información sobre la prueba de olor, efectuadas en las semanas indicadas en la fila horizontal, identificando la fuente, en la primera columna por la izquierda, así mismo se llega a la conclusión que todas las muestras fueron aceptables. LMA no rechazable, LMP no rechazable.

N.R = No rechazable.

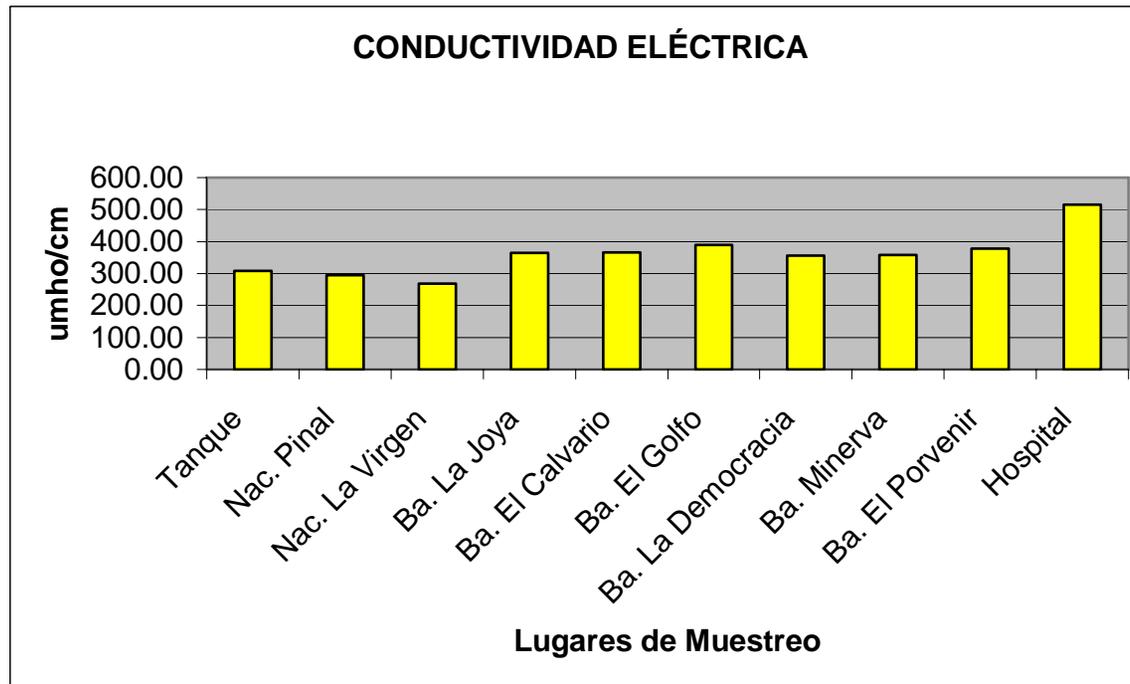
Tabla 8.6  
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

$\mu\text{mho/cm}$

Semanas/ Tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6			Medi a	Desviaci ón estándar	Intervalo de confianza
	Toma 1	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3			
Tanque	443.00	30.00	452.00								308.33	241.09	66.83
Nac. Pinal	429.00	28.83	428.00								295.28	230.75	63.96
Nac. La Virgen	394.00	17.62	396.00								269.21	217.88	60.39
Ba. La Joya	447.00	40.30	450.00		446.00		443.00				365.26	181.68	50.36
Ba. El Calvario	449.00	29.64	451.00		449.00		449.00				365.53	187.77	52.05
Ba. El Golfo	450.00	7.83	438.00	439.00	445.00	446.00	448.00	447.00			390.10	154.52	42.83
Ba. La Democracia		7.50	450.00		436.00		438.00	451.00			356.50	195.22	54.11
Ba. Minerva		0.69	448.00		448.00			448.00	448.00		358.54	200.04	55.45
Ba. El Porvenir	447.00	29.10	447.00		446.00		447.00	454.00	454.00	452.00	378.35	148.70	41.22
Hospital	639.00	9.00	645.00		642.00			646.00			516.20	283.55	78.59

La tabla 8.6 muestra la conductividad eléctrica en  $\mu\text{mho/cm}$  cuantificación efectuada en las semanas indicadas en la primera fila horizontal en cada uno de los puntos de muestreo, en la primera columna por la izquierda se identifican los lugares, así también se muestra la media, desviación estándar, intervalo de confianza para cada uno de los puntos. LMA  $50\mu\text{mho/cm}$ , LMP  $1500\mu\text{mho/cm}$ .

Gráfica No.1



Gráfica No.1 presenta la cuantificación de conductividad eléctrica en  $\mu\text{mho/cm}$ . Valores obtenidos a partir del promedio de cada uno de los lugares de muestreo con una desviación estándar de 241.09.

Tabla 8.7

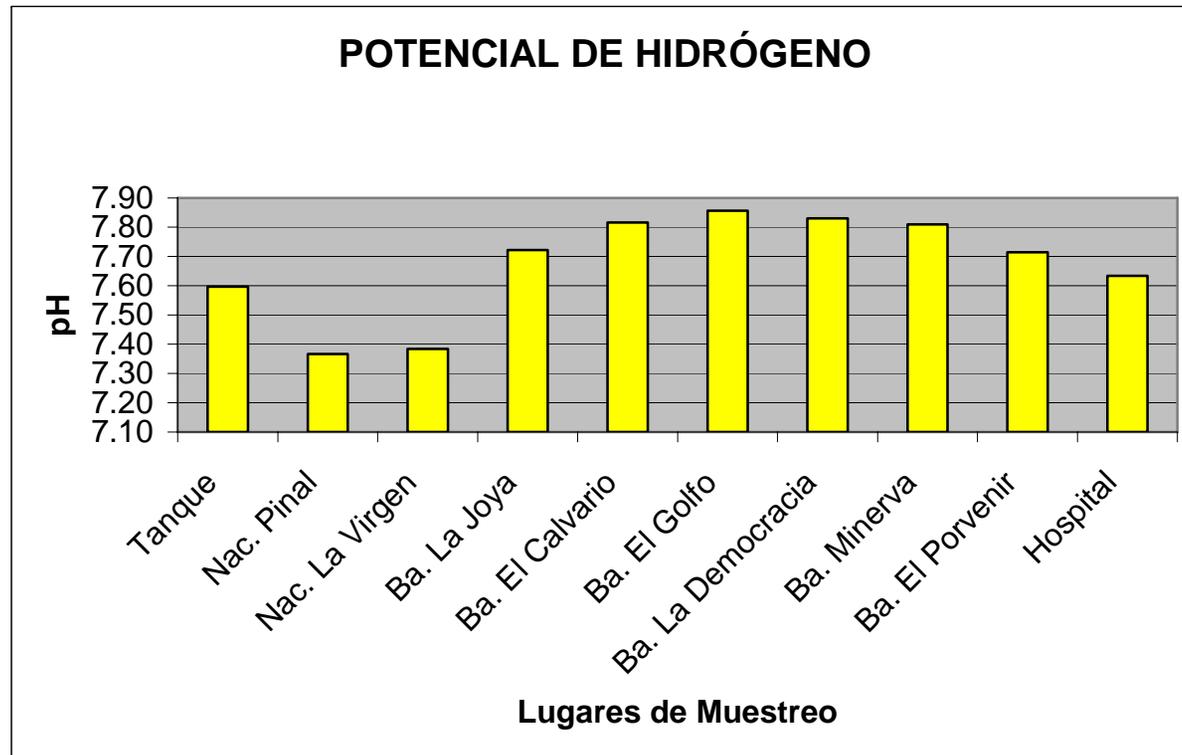
## POTENCIAL DE HIDRÓGENO

Semanas/ Tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6			Medi a	Desviaci ón estándar	Intervalo de confianza
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma 1	Tom a 2	Tom a 1	Tom a 2	Toma 1	Tom a 1	Tom a 2	Tom a 3			
Tanque	7.61	7.55	7.63								7.60	0.04	0.01
Nac. Pinal	7.35	7.30	7.45								7.37	0.08	0.02
Nac. La Virgen	7.38	7.37	7.40								7.38	0.02	0.01
Ba. La Joya	7.25	7.81	7.98		7.77		7.80				7.72	0.28	0.08
Ba. El Calvario	7.76	7.79	7.88		7.82		7.83				7.82	0.05	0.01
Ba. El Golfo	7.81	7.85	7.88	7.91	7.92	7.84	7.84	7.80			7.86	0.04	0.01
Ba. La Democraci a		7.78	7.79		7.84		7.84	7.90			7.83	0.05	0.01
Ba. Minerva		7.75	7.85		7.80			7.85	7.80		7.81	0.04	0.01
Ba. El Porvenir	7.55	7.66	7.80		7.38		7.68	7.89	7.88	7.87	7.71	0.18	0.05
Hospital	7.58	7.65	7.90		7.65			7.39			7.63	0.18	0.05

La tabla 8.7 muestra los resultados obtenidos para cada una de las muestras, se indican las semanas en la primera fila horizontal en cada uno de los puntos de muestreo, en la primera columna por la

izquierda se identifican los lugares, así como también se muestra la media, desviación estándar, intervalo de confianza para cada uno de los puntos. LMA 7.0-8.5, LMP 6.5-9.2.

Gráfica No.2



Gráfica No.2 presenta la concentración de potencial de hidrógeno promedio de cada uno de los lugares de muestreo con una desviación estándar de 0.04.

Tabla 8.8  
**TURBIDEZ**

**UTN**

La tabla 8.8 presenta en unidades nefelométricas la turbidez de cada uno de los puntos tomadas en las semanas indicadas en la primera fila superior, en la primera columna de la izquierda se describen los lugares de muestreo, así también se observa la media, desviación estándar, intervalo de confianza. LMA 5.0 UTN, LMP 25 UTN.

Semanas / tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6			Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3			
Tanque	0.20	0.11	0.31								0.21	0.10	0.03
Nac. Pinal	0.19	0.13	0.34								0.22	0.11	0.03
Nac. La Virgen	0.23	0.20	0.40								0.28	0.11	0.03
Ba. La Joya	0.17	0.25	0.05		0.19		0.18				0.17	0.07	0.02
Ba. El Calvario	0.30	0.15	0.21		0.05		0.04				0.15	0.11	0.03
Ba. El Golfo	0.05	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.07			0.04	0.02	0.01
Ba. La Democracia		0.10	0.05		0.02		0.03	0.20			0.08	0.07	0.02
Ba. Minerva		0.25	0.23		0.23			0.09	0.08		0.18	0.08	0.02
Ba. El Porvenir	0.19	0.05	0.05		0.05		0.29	0.19	0.08	0.13	0.13	0.09	0.02
Hospital	0.23	0.17	0.11		0.09			0.06			0.13	0.07	0.02

Gráfica No.3

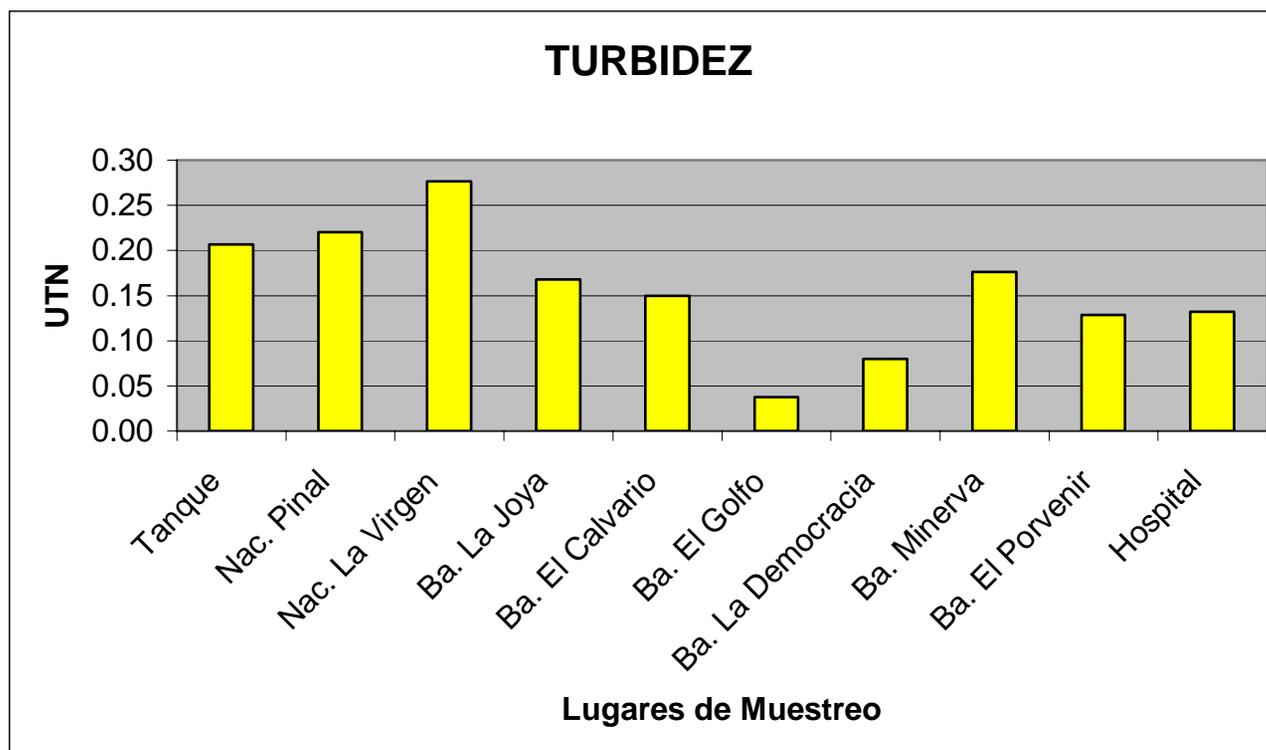


Gráfico No.3 presenta la concentración promedio en unidades nefelométricas (UTN) de la turbidez, con una desviación estándar de 0.10.

**ANÁLISIS QUÍMICO**  
Tabla 8.9

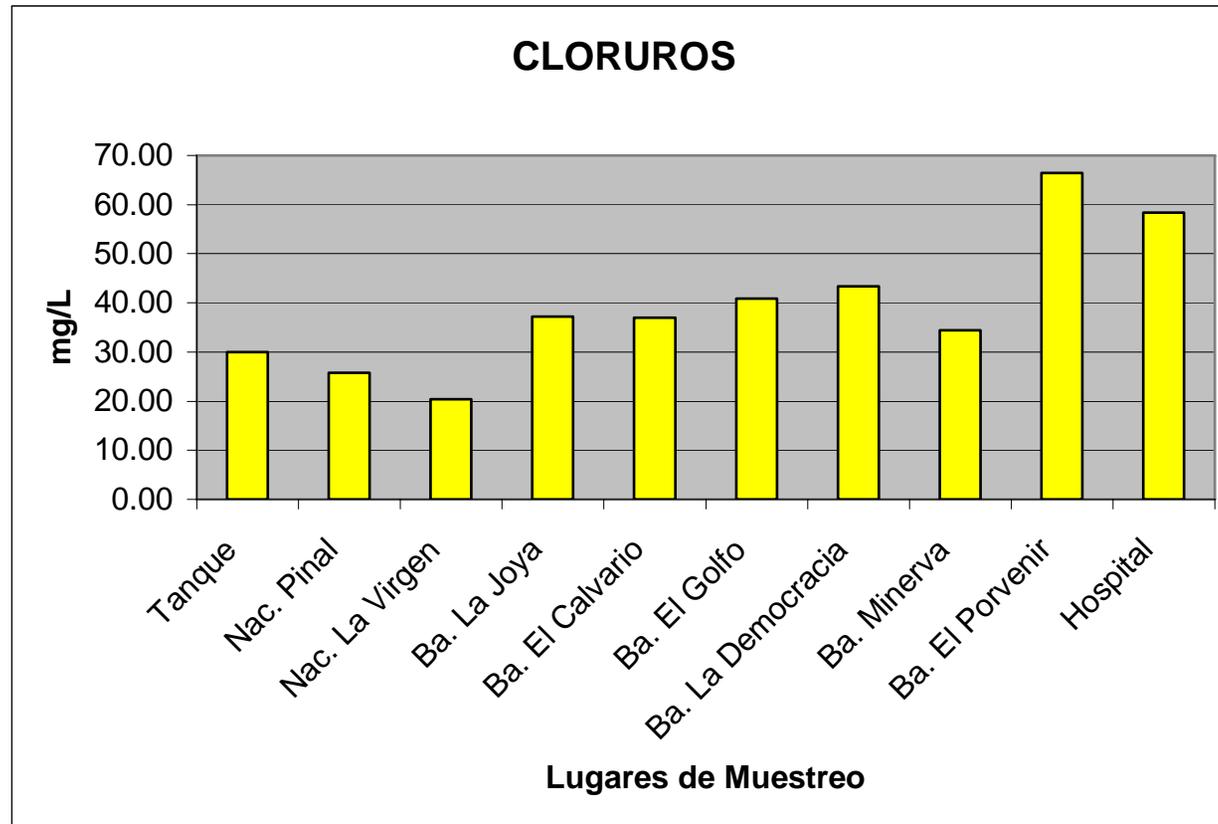
## CLORUROS

Cloruros mg/L

Semanas Tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6			Mediana	Desviación Estándar	Intervalo de confianza
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2		Toma 1	Toma 2	Toma 3			
Tanque	33.00	21.80	35.00								29.93	7.11	1.97
Nac. Pinal	25.00	22.30	30.00								25.77	3.91	1.08
Nac. La Virgen	20.30	19.80	21.00								20.37	0.60	0.17
Ba. La Joya	35.00	37.00	38.00		38.00		38.00				37.20	1.30	0.36
Ba. El Calvario	35.00	37.00	38.00		37.00		38.00				37.00	1.22	0.34
Ba. El Golfo	39.00	37.00	38.00	37.00	37.00	37.00	38.00	64.00			40.88	9.37	2.60
Ba. La Democracia		40.00	38.00		41.00		38.00	59.80			43.36	9.28	2.57
Ba. Minerva		38.00	36.00		36.00			31.00	31.00		34.40	3.21	0.89
Ba. El Porvenir	35.00	37.00	39.00		35.00		33.00	204.00	74.10	74.20	66.41	58.26	16.15
Hospital	10.00	37.00	95.00		94.00			56.00			58.40	36.79	10.19

La tabla 8.9 presenta la concentración de cloruros en mg/L cuantificación efectuada en las semanas indicadas en la primera fila horizontal en cada uno de los puntos de muestreo, en la primera columna por la izquierda se identifican los lugares, así también se muestra la media, desviación estándar, intervalo de confianza, en las últimas tres columnas. LMA 100mg/L, LMP 250mg/L.

Gráfica No. 4



Gráfica No.4 presenta los promedios de la concentración de cloruros en mg/L. y los lugares de muestreo con una desviación estándar de 7.11.

Tabla 8.10

### COLORO RESIDUAL LIBRE

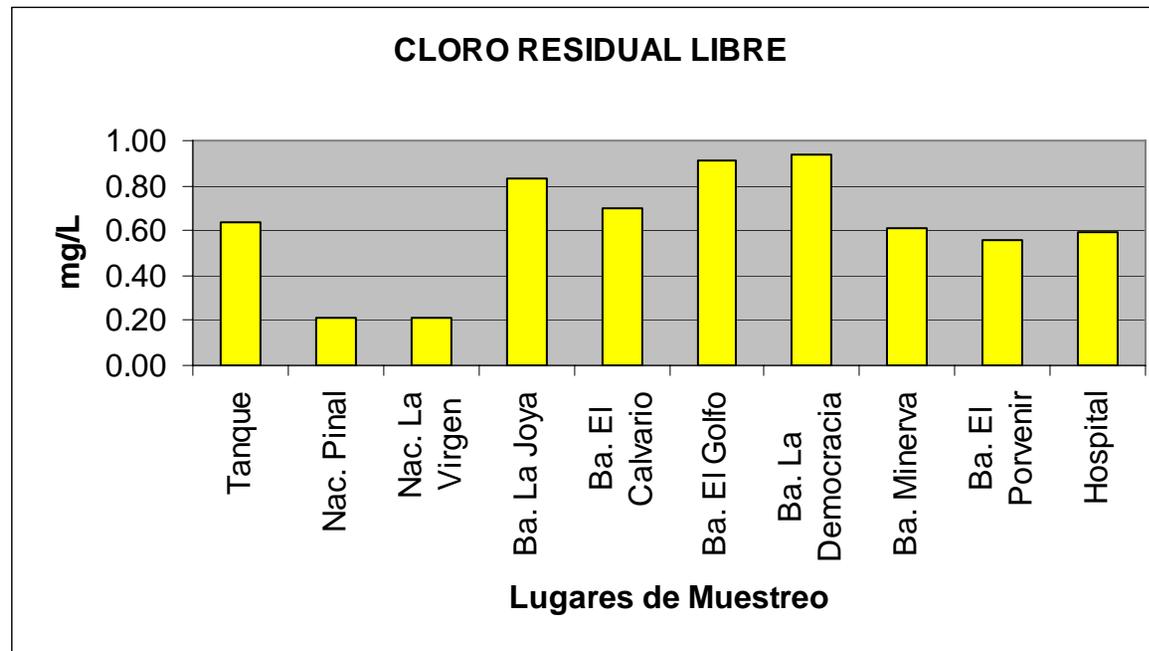
Cloro Residual Libre mg/L

Semanas Tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6			Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza
	Toma 1	Toma 1	Tom a 1	Tom a 2	Tom a 1	Tom a 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3			
Tanque	0.67	0.73	0.51								0.64	0.11	0.03
Nac. Pinal	0.11	0.10	0.43								0.21	0.19	0.05
Nac. La Virgen	0.13	0.16	0.34								0.21	0.11	0.03
Ba. La Joya	0.57	1.00	0.92		0.84		0.84				0.83	0.16	0.04
Ba. El Calvario	0.55	0.68	0.60		0.81		0.86				0.70	0.13	0.04
Ba. El Golfo	1.06	1.07	1.18	0.90	0.90	0.88	0.86	0.44			0.91	0.22	0.06
Ba. La Democracia		1.19	1.20		0.88		0.96	0.45			0.94	0.31	0.09
Ba. Minerva		0.63	0.82		0.82			0.40	0.40		0.61	0.21	0.06
Ba. El Porvenir	0.57	0.63	0.60		0.67		0.67	0.40	0.46	0.44	0.56	0.11	0.03
Hospital	0.64	0.73	0.50		0.60			0.51			0.60	0.10	0.03

La Tabla 8.10 muestra la concentración de cloro residual libre en mg/L, cuantificación efectuada en las semanas indicadas en la primera fila horizontal en cada uno de los puntos de muestreo, en la primera

columna por la izquierda se identifican los lugares, así también se muestra la media, desviación estándar, intervalo de confianza para cada uno de los puntos, en las últimas tres columnas. LMA 0.5 mg/L LMP 1.0 mg/L.

**Gráfica No.5**



Gráfica No.5 presenta los promedios de concentración de cloro residual libre en mg/L en los lugares de muestreo con una desviación estándar de 0.11.

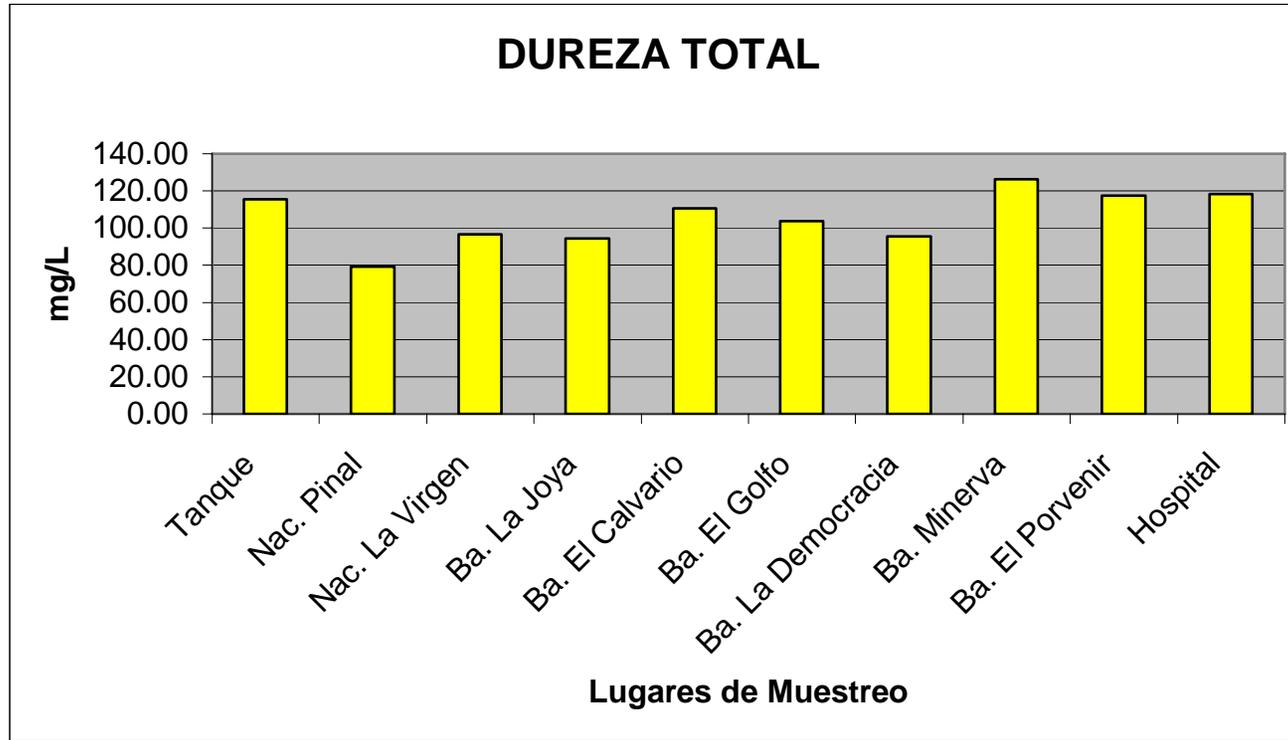
Semanas Tomas	Seman a 1	Seman a 2	Semana 3		Semana 4		Seman a 5	Semana 6			Media	Desviaci ón estándar	Intervalo de confianz a
	Toma 1	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma1	Toma 2	Toma 3			
Tanque	142.00	120.00	84.04								115.35	29.26	8.11
Nac. Pinal	75.00	73.00	89.40								79.13	8.95	2.48
Nac. La Virgen	89.14	115.00	85.92								96.69	15.94	4.42
Ba. La Joya	94.76	97.45	95.50		91.77		92.15				94.33	2.38	0.66
Ba. El Calvario	124.00	127.00	114.00		101.35		86.90				110.65	16.64	4.61
Ba. El Golfo	100.00	103.14	80.46	80.50	94.76	97.48	101.35	173.00			103.84	29.32	8.13
Ba. La Democracia		11.00	109.00		91.77		98.60	167.40			95.55	55.94	15.51
Ba. Minerva		76.88	85.33		85.33			170.00	170.66		126.37	48.22	13.37
Ba. El Porvenir	105.00	75.60	84.70		69.23		83.72	173.80	173.00	173.88	117.37	47.64	13.20
Hospital	114.00	114.00	84.60		95.50			183.50			118.32	38.55	10.69

**Tabla 8.11**  
**DUREZA TOTAL**

Dureza Total mg/L

La Tabla 8.11 muestra la dureza total del agua en mg/L cuantificación efectuada en las semanas indicadas en la primera fila horizontal en cada uno de los puntos de muestreo, en la primera columna por la izquierda se identifican los lugares, así también se muestra la media, desviación estándar, intervalo de confianza, en las últimas tres columnas. LMA 100mg/L, LMP 500mg/L.

### **Gráfica No.6**



Gráfica No.6 presenta los promedios de la dureza total en mg/L de los diferentes lugares de muestreo con una desviación estándar de 29.26.

Tabla 8.12

## CALCIO

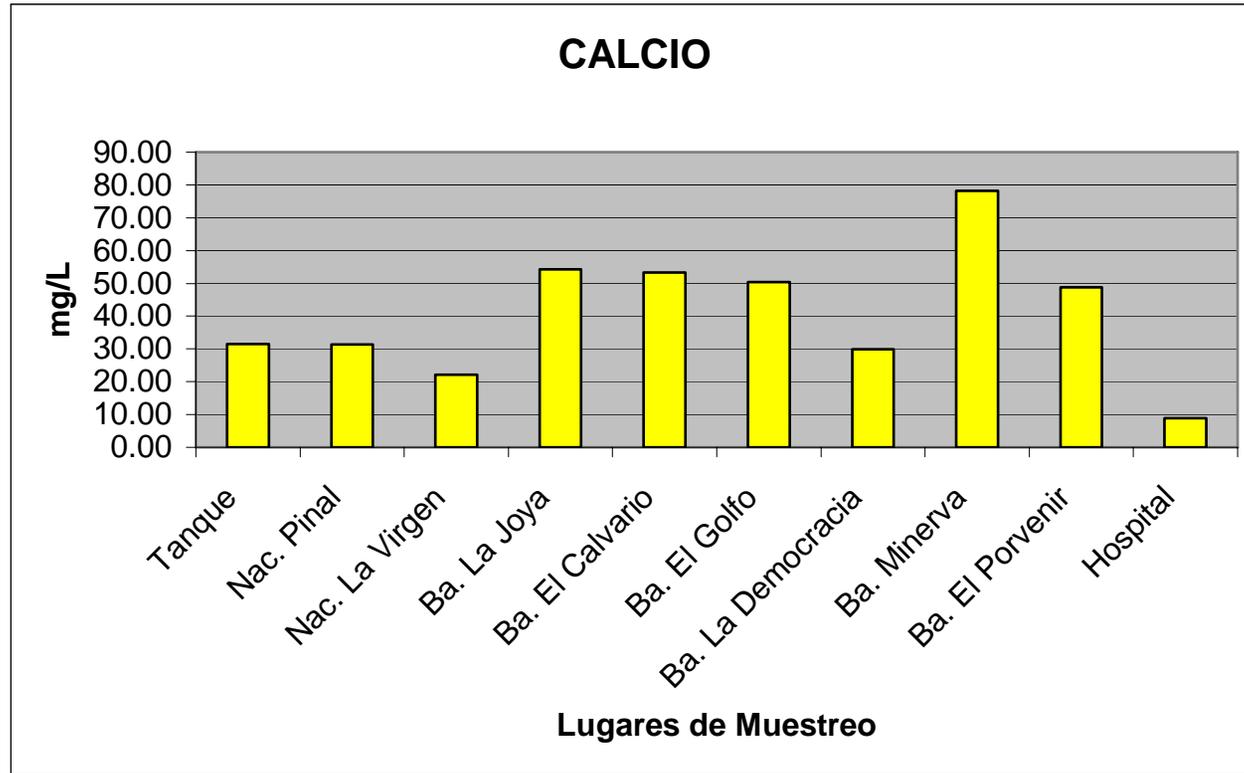
Calcio mg/L

La tabla 8.12 presenta la cuantificación de calcio en mg/L efectuadas en las semanas indicadas en

Semanas/ Tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6			Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3			
Tanque	36.44	30.00	28.06								31.50	4.39	1.22
Nac. Pinal	30.15	28.83	35.24								31.41	3.38	0.94
Nac. La Virgen	19.00	17.62	29.66								22.09	46.78	12.97
Ba. La Joya	23.50	40.30	38.80		86.00		83.13				54.35	28.38	7.87
Ba. El Calvario	31.23	29.64	24.06		37.40		144.10				53.29	50.99	14.13
Ba. El Golfo	6.20	7.83	10.15	10.79	38.00	38.10	144.00	148.00			50.38	60.41	16.74
Ba. La Democracia		7.50	7.70		11.40		22.40	100.30			29.86	39.84	11.04
Ba. Minerva		0.69	6.41		6.71			148.00	159.00		78.14	81.68	22.64
Ba. El Porvenir	23.00	29.10	4.10		4.16		11.38	100.00	108.10	110.83	48.83	48.45	13.43
Hospital	8.50	9.00	10.00		8.00			130.00			8.88	54.17	15.01

la primera fila horizontal en cada uno de los puntos de muestreo, en la primera columna por la izquierda se identifican los lugares, así también se muestra la media, desviación estándar, intervalo de confianza para cada uno de los puntos. LMA 75.0mg/L, LMP 150.0mg/L.

Gráfica No.7



Gráfica No.7 presenta el promedio de la concentración de calcio en mg/L de los diferentes lugares de muestreo, con una desviación estándar de 4.39.

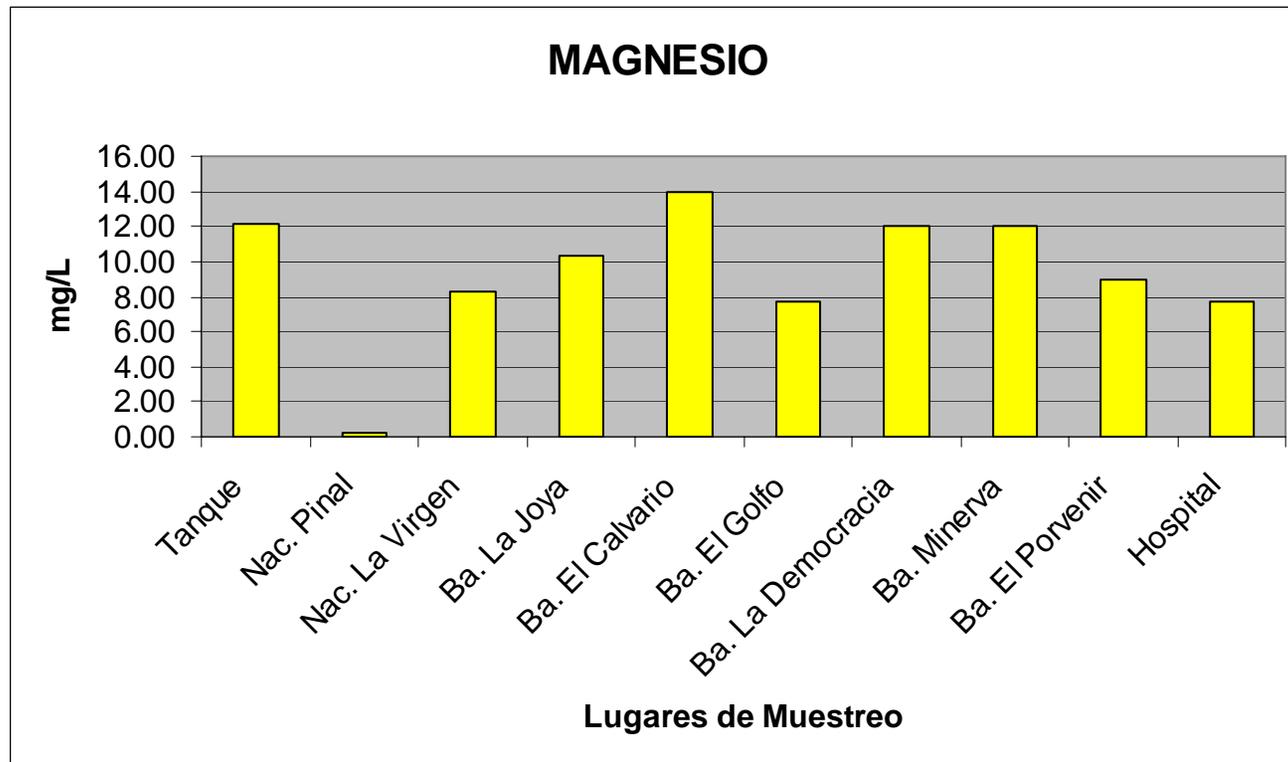
Tabla 8.13  
MAGNESIO

Magnesio mg/L

Semana/ Toma	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6			Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 2	Toma 1	Toma 1	Toma 2	Toma 3			
Tanque	12.39	11.00	13.00								12.13	1.03	0.29
Nac. Pinal	0.26	0.24	0.34								0.28	0.05	0.01
Nac. La Virgen	5.00	17.00	3.00								8.33	7.57	2.10
Ba. La Joya	9.00	7.00	8.00		13.92		13.71				10.33	3.26	0.90
Ba. El Calvario	11.00	13.00	7.00		8.00		30.80				13.96	9.71	2.69
Ba. El Golfo	6.20	7.83	10.00	10.79	8.00	7.96	8.00	2.90			7.71	2.40	0.67
Ba. La Democracia		7.50	7.70		11.40		22.40	11.40			12.08	6.07	1.68
Ba. Minerva		0.69	6.41		6.71			17.49	28.80		12.02	11.18	3.10
Ba. El Porvenir	6.10	4.33	4.11		4.16		11.38	11.80	19.78	10.10	8.97	5.46	1.51
Hospital	8.50	9.00	10.00		8.00			3.15			7.73	2.66	0.74

La tabla 8.13 presenta la cantidad de magnesio en el agua en mg/L cuantificación efectuadas en las semanas indicadas en la primera fila horizontal de cada uno de los puntos de muestreo, en la primera columna por la izquierda se identifican los lugares, así como también las medias, desviación estándar, intervalo de confianza para cada uno de los puntos. LMA 50.0mg/L LMP100.0mg/L.

Gráfica No. 8



Gráfica No.8 presenta los promedios de concentración de magnesio en mg/L, de los diferentes lugares muestreados con una desviación estándar de 1.03.

Tabla 8.14  
NITRITOS

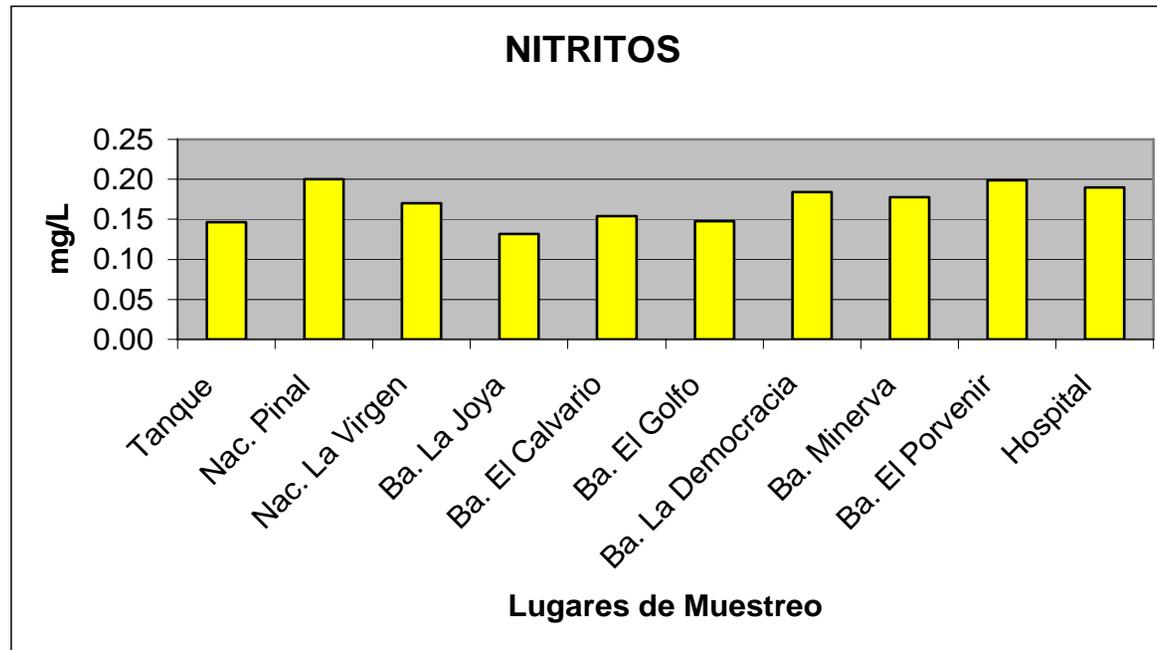
Semanas/ Tomas	Semana 1	Semana 2	Semana 3		Semana 4		Semana 5	Semana 6			Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza
Número de Tomas	Toma 1	Toma 1	Toma 1	Tom a 2	Tom a 1	Tom a 2	Toma 1	Tom a 1	Tom a 2	Toma 3			
Tanque	0.16	0.15	0.13								0.15	0.02	0.01
Nac. Pinal	0.18	0.30	0.12								0.20	0.09	0.02
Nac. La Virgen	0.16	0.20	0.15								0.17	0.03	0.01
Ba. La Joya	0.11	0.13	0.12		0.15		0.15				0.13	0.02	0.01
Ba. El Calvario	0.18	0.19	0.12		0.13		0.15				0.15	0.03	0.01
Ba. El Golfo	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.13	0.13	0.23			0.15	0.03	0.01
Ba. La Democraci a		0.12	0.15		0.16		0.17	0.32			0.18	0.08	0.02
Ba. Minerva		0.11	0.13		0.13			0.26	0.26		0.18	0.08	0.02
Ba. El Porvenir	0.15	0.13	0.15		0.15		0.15	0.29	0.28	0.29	0.20	0.07	0.02
Hospital	0.17	0.23	0.15		0.13			0.27			0.19	0.06	0.02

Nitritos mg/L

La Tabla 8.14 presenta la concentración de nitritos en mg/L cuantificación efectuada en las semanas indicadas en la primera fila horizontal en cada uno de los puntos de muestreo, en la primera columna por

la izquierda se identifican los lugares, así también se muestra la media, desviación estándar, intervalo de confianza para cada uno de los puntos. LMA 00mg/L, LMP 1.0mg/L.

**Gráfica No.9**



Gráfica No.9 presenta las concentraciones promedio de nitritos en mg/L de los diferentes lugares muestreados con una desviación estándar de 0.02.



**TABLA DE PROMEDIOS No.1**

En esta tabla se muestra el resultado promedio de las características químicas de los puntos de muestreo analizados.

Lugar	Cloruros mg/l	Cloro residual libre mg/l	Dureza Total mg/l	Calcio mg/l	Magnesio Mg/l	Nitritos mg/l	Período
LMA LMP	100mg/L - 250mg/L	0.5mg/ L 1.0mg/ L	100mg/ L 500mg/ L	75.0mg/L 150.0mg/ L	50.0mg/L 100.0mg/L	-- 1.0mg/ L	
Tanque	29.93	0.64	115.35	31.50	12.13	0.15	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003
Nac. Pinal	25.77	0.21	79.13	31.41	0.28	0.20	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003
Nac. La Virgen	20.37	0.21	96.69	22.09	8.33	0.17	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003
Ba. La Joya	37.20	0.83	94.33	54.35	10.33	0.13	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003
Ba. El Calvario	37.00	0.70	110.65	53.29	13.96	0.15	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003
Ba. El Golfo	40.88	0.91	103.84	50.38	7.71	0.15	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003
Ba. La Democra cia	43.36	0.94	95.55	29.86	12.08	0.18	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003
Ba. Minerva	34.40	0.61	126.37	78.14	12.02	0.18	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003
Ba. El Porvenir	66.41	0.56	117.37	48.83	8.97	0.20	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003
Hospital	58.40	0.60	118.32	8.88	7.73	0.19	28 de Julio al 1 de Septiembr e 2003

Ba: barrio.

Nac: nacimiento

### TABLA DE PROMEDIOS No.2

En la tabla de promedios No.2 se muestra el valor promedio de las características físicas de las muestras analizadas.

Fuente	Color	Conductividad Eléctrica $\mu\text{mho/cm}$	Olor	pH	Turbidez	Período
LMA LMP	Aceptable	50 $\mu\text{mho/cm}$ 1500 $\mu\text{mho/cm}$	No rechazable	7.0-8.5 6.5-9.2	5.0UTN 25UTN	
Tanque	Aceptable	308.33	No rechazable	7.60	0.21	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003
Nac. Pinal	Aceptable	295.28	No rechazable	7.37	0.22	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003
Nac. La Virgen	Aceptable	269.21	No rechazable	7.38	0.28	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003
Ba. La Joya	Aceptable	365.26	No rechazable	7.72	0.17	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003
Ba. El Calvario	Aceptable	365.53	No rechazable	7.82	0.15	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003
Ba. El Golfo	Aceptable	390.10	No rechazable	7.86	0.04	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003
Ba. La Democracia	Aceptable	356.50	No rechazable	7.83	0.08	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003
Ba. Minerva	Aceptable	358.54	No rechazable	7.81	0.18	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003
Ba. El Porvenir	Aceptable	378.35	No rechazable	7.71	0.13	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003
Hospital	Aceptable	516.20	No rechazable	7.63	0.13	28 de Julio al 1 de Septiembre 2003

Ba: barrio.

Nac: nacimiento

## 9. DISCUSION DE RESULTADOS

Para darle validez estadística a los resultados, se tomaron en cuenta 13 muestras de los barrios, distribuidas así: se tomaron en cuenta los dos barrios más poblados analizando 8 muestras de los mismos y 5 muestras del resto de los barrios de Guastatoya, El Progreso.

El análisis microbiológico se evalúa detalladamente en las tablas 8.1, 8.2, 8.3, recuento total de heterotróficos mesófilos, coliformes generales, coliformes fecales respectivamente.

En el análisis microbiológico se muestran variantes en cuanto a la presencia de coliformes generales ya que durante el período de muestreo (comprendido entre los meses de Julio a Septiembre 2003), existieron semanas en donde se obtuvieron resultados altos, como en otras no hubo presencia de coliformes generales. Coliformes fecales se obtuvieron de dos lugares como lo son (tanque de distribución, barrio La Democracia) durante la segunda y última semana de muestreo. Se aisló Pseudomona aeruginosa en diversos puntos como lo son (tanque de distribución, nacimiento Pinal, nacimiento La Virgen, hospital) esta bacteria es altamente nociva en personas inmunosuprimidas y es causante de infecciones nosocomiales por lo cual debe ser controlada. En el tanque de distribución se aisló Enterobacter, Escherichia Coli lo cual no debiera existir en dicho tanque ya que es ahí donde se lleva a cabo el proceso de Cloración para su posterior distribución, en la última semana de muestreo se obtuvieron todas las muestras contaminadas con Pseudomas aeruginosa, Klebsiella sp, Escherichia Coli por lo que al comparar con las normas COGUANOR no cumple. Dicha contaminación pone en peligro la salud de quienes consumen este tipo de agua, generando diversas enfermedades. Se muestreo el agua

cruda, agua tratada, agua potable distribuida, por lo que deben tomarse las medidas correctivas para mejorar la calidad de dicha agua como darle mantenimiento al tanque cada dos o tres meses por el personal capacitado a su cargo.

En cuanto al análisis físico los resultados obtenidos detalladamente se observan en: color tabla 8.4, olor tabla 8.5, conductividad eléctrica tabla 8.6 y gráfica No.1, potencial de hidrógeno tabla 8.8 y gráfica 2, turbidez tabla 8.8 y gráfica 3.

Para su calidad física se analizaron varios parámetros como color, conductividad eléctrica, olor, pH, turbidez, cuyos resultados proporcionan una calidad apta para consumo humano, ya que todos los parámetros se encuentran dentro de límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP) de las normas COGUANOR. Por lo que se puede indicar que el agua cruda, agua tratada y distribuida no presenta ningún tipo de contaminación ambiental, no existe presencia de materia orgánica del suelo de origen vegetal e inorgánico.

En cuanto al análisis químico los resultados obtenidos detalladamente se observan en: cloruros tabla 8.9 y gráfica 4, cloro residual libre tabla 8.10 y gráfica 5, dureza total tabla 8.11 y gráfica 6, Calcio tabla 8.12 y gráfica 7, Magnesio tabla 8.13 y gráfica 8, nitritos tabla 8.14 y gráfica 9.

Para el análisis químico se analizaron los parámetros de cloruros, cloro residual libre, dureza total, Calcio, Magnesio, nitritos, en donde

todos los análisis cumplen con los parámetros del límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP) de las normas COGUANOR. Por lo que se puede indicar que el agua es apta para consumo humano, el agua no es dura lo que provocaría incrustaciones en tuberías, dificultad para cocinar alimentos, precipitación de jabones.

Sin embargo aún cuando los análisis físicos y químicos se encuentren dentro de los parámetros establecidos por las normas COGUANOR, el examen bacteriológico revelo que existe contaminación con bacterias patógenas. El agua potable con estos gérmenes puede causar dolor de estómago, diarrea o enfermedades más serias. Puede ser peor para los niños, las mujeres embarazadas y las personas enfermas o ancianas. Sólo basta un trago de agua con estos gérmenes para enfermarse. Lo cual ha sido evidenciado numerosas veces en el Hospital Nacional de Guastatoya.

Sin embargo el cloro residual libre a pesar de que en promedio cumple con el límite máximo aceptable (LMA) y el límite máximo permisible (LMP) se observa que durante el muestreo existieron lugares con muy poca cantidad de cloro residual los cuales se encuentran en el límite inferior, al compararlo con el examen bacteriológico se observa la relación que existe entre las cantidades de cloro residual y la presencia de bacterias, debido a la aparición y las variaciones de las diferentes bacterias. La concentración de cloro residual en el tanque de distribución debería de ser de 2mg/L para así asegurar que al punto más alejado que llega la red de distribución de agua mantenga una concentración adecuada de cloro que permita que la misma sea apta para beber. Por lo que el proceso más importante que es la cloración no se está realizando de manera óptima para mantener los niveles de cloro residual libre asegurando su potabilidad. La población de

Guastatoya está susceptible a brotes de enfermedades transmitidas por medio del agua, ya que el cloro no se agrega de manera adecuada.

Al analizar los resultados de todos los parámetros que se realizaron en dicha investigación se observa que los barrios más contaminados son: El Calvario, La Democracia, Minerva y el Hospital los cuales presenta mayores concentraciones de contaminantes, a pesar que estos barrios se localizan en lugares distantes entre sí, y poseen el mismo abastecimiento de agua.

Según los resultados obtenidos se proporcionarán a las autoridades competentes (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Jefatura de Área de Guastatoya, Hospital Nacional de Guastatoya, Municipalidad de Guastatoya).

## 10. CONCLUSIONES

- 10.1 Las muestras no cumplen en un 38% con el análisis microbiológico, debido a las diferentes bacterias presentes en las muestras.
- 10.2 La cloración no se realiza de manera óptima para asegurar la potabilidad del agua.
- 10.3 Durante las semanas de estudio el agua analizada cumple con el límite mínimo y máximo permitido en cuanto a dureza por lo que se concluye que dicha está libre de minerales que la convierten en dura.
- 10.4 El agua que distribuye la municipalidad de Guastatoya, El Progreso no es apta para el consumo humano.

## 11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Las autoridades municipales deben mejorar el proceso de cloración, permitiendo de esta manera reducir el número de casos por infecciones cuyo origen es el agua contaminada.
- 11.2 Capacitar al personal encargado del proceso de potabilización y distribución del agua de manera constante y por medio de capacitadores de calidad.
- 11.3 Comprar un Kit de determinación rápida de cloro para conocer la concentración de cloro cuando se lleve a cabo el muestreo y capacitar al personal sobre su uso y las medidas a tomar en base a los resultados obtenidos.
- 11.4 Mantener de manera periódica el análisis del agua para evitar los brotes infecciosos.
- 11.5 Al tanque de distribución darle mantenimiento, continuo ya que a partir de éste se distribuye el agua a toda la población.

- 11.6 La municipalidad debe responsabilizarse por mantener su distribución de agua de manera potable y capacitar al personal a su cargo tanto técnicamente como en su sanitización de las áreas durante y al final del proceso.

## 9. REFERENCIAS

- 9.1 Berganza, N.E. Análisis Físico, químico y Examen Bacteriológico del Agua para Consumo Humano de la Población del Amatillo, Ipala, del Departamento de Chiquimula. Guatemala, 1982. USAC. 31p (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). Químico Farmacéutico.
- 9.2 De León DY. Análisis del Agua para Consumo Humano del Municipio de Cuilco, Huehuetenango, Guatemala. 1998. USAC 39p. (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). Químico Farmacéutico.
- 9.3 López ZI. Evaluación de la Calidad de Agua para Consumo Humano de la Aldea El Paredón, Buena Vista, La Gomera, Escuintla. Guatemala, USAC (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1998. 30p. Químico Farmacéutico.
- 9.4 Leiva R. Determinación de la Calidad del Agua de Distribución Municipal para Consumo Humano en el Municipio de Livingston, Departamento de Izabal. Guatemala, USAC (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 2002. 51p- Químico Farmacéutico.

- 9.5 Organización Mundial de la Salud. 1995. Guías para la Calidad del Agua Potable 2ª. Edición. Ginebra. Vol. 1. pp. 25-38, 42-49, 138-146.
- 9.6 Organización Panamericana de la Salud. 1987. Criterios relativos a la Salud y otra Información de base. Vol. II. Publicación Científica No. 506. pp. 3, 18-20, 277-283.
- 9.7 Tradiciones de Guatemala. El Progreso. Editorial de Revistas y suplementos Especiales. Revista de Prensa libre. Fascículo N0. 19.
- 9.8 Diccionario Geográfico de Guatemala. Instituto geográfico Nacional "Ingeniero Alfredo Obiols Gómez". Diciembre 1999. Guatemala.
- 9.9 Manual de Laboratorio Físicoquímico y Microbiológico LAFYM.
- 9.10 Guerra H. Evaluación de la calidad microbiológica de 10 marcas de agua purificada envasado, existentes en el mercado guatemalteco. Guatemala 2002 USAC (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). Químico Farmacéutico.
- 9.11 Metodología de la Investigación. Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. 2da. Edición, McGRAW-HILL. México 1998.
- 9.12 Manual del agua. Tomo I. pp. 4-1-4-23., Tomo II pp. 22-1-22-19. McGraw-Hill. México 1990.
- 9.13 Química del agua. Snoeyink Jenkins. Editorial LIMUSA, México. 1995. pp. 203-4.
- 9.14 Microbiología básica. Wesley A. Volk. 7ª. Edición. HARLA. México 1996. pp. 713-721.
- 9.15 Rémington Farmacia. Tomo I. Editorial Médica Panamericana. 19ª edición. Argentina 1,995.
- 9.16 Microbiología Pelczar/ Reid/ Chan. 4ª. Edición (2da. En Español), McGraw-Hill. México 1995.

- 9.17** Rodríguez V. Control de Calidad de agua para consumo humano en la ciudad de Chiquimulilla. Guatemala 1979. USAC (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) Químico Biólogo.
- 9.18** Reyes P. I. Calidad bacteriológica del agua que abastece a la población del municipio de Champerico. Guatemala 1982 USAC. (Tesis de Graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) Químico Farmacéutico.
- 9.19** Cruz M. E. Z. Evaluación bacteriológica del agua de distribución del Hospital General San Juan de Dios. Guatemala 1992. USAC (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) Químico Farmacéutico.
- 9.20** Manual Spectroquant® NOVA 60. MERCK. Fecha de emisión 2/99.
- 9.21** Ayres HG. Análisis Químico Cuantitativo. Harla, México 1970.
- 9.22** Instituto Nacional de Estadística de Guatemala. INE.
- 9.23** Association of Official Analytical. Official Methods of Analysis (AOAC). Fifteenth ed. USA: Virginia, 1990 (p.312-336).
- 9.24** Organización Panamericana de la Salud. Metahemoglobinemia Infantil. México: Centro Panamericana de Ecología Humana y Salud. 1986.
- 9.25** American Water Works Association. Agua su Calidad y Tratamiento. Trad.Colin M. México: UTHEA. 1988 390p.

Anexos

## INDICE DE ANEXOS

1. Carta del Alcalde de Guastatoya dirigida al Jefe de área de Salud El Progreso.
2. Carta de Dirección de área de Salud dirigida al Hospital Nacional Guastatoya, El Progreso.
3. Carta de Dirección de Hospital Nacional de Guastatoya, El Progreso al departamento de Saneamiento ambiental.
4. Informe del examen bacteriológico por el método de membrana de filtración, con fecha 7-8-2000.
5. Informe del examen bacteriológico por el método de membrana de filtración, con fecha 14-10-2002.
6. Mapa e información general de El Progreso.
7. Sistema fotométrico.
8. Test con reactivos de Cloro.
9. Test con reactivos de Cloruro.
10. Test con reactivos de Dureza total.
11. Test con reactivos de Nitritos
12. Uso del Nefelómetro.
13. Descripción operativa del conductímetro. InoLab Cond. Level 2, WTW.

ANEXO No. 1



**MUNICIPALIDAD DE  
"GUASTATOYA"**  
Departamento de El Progreso,  
Guatemala, Centro América.



Teléfonos: 945-0031, 945-1382, 945-1602 y 945-1603 Telefax: 945-1594

Ciudad de Guastatoya, El Progreso.  
08 de mayo de 2003.

Of.No.039-2003.---  
Ref.DCH/jaoo.srio.

Señor:  
Dr. Ernesto Rivas Castellanos  
Jefe de Área de Salud El Progreso.  
Ciudad.

Estimado Doctor:

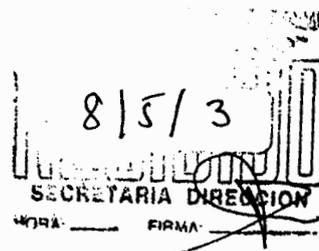
Tengo especial agrado en dirigirme a usted, con el objeto de suplicarle sus buenos oficios en el sentido de que personal Técnico de esa Jefatura de Area de Salud, se sirva realizar los análisis correspondientes al agua potable que se distribuye en el municipio, en virtud de que muchos vecinos se han dirigido vía telefónica a este Despacho, manifestando que están padeciendo de Diarrea severa, y preguntan si talvez podría ser el agua que se está consumiendo.

Esperando una respuesta pronta a mi petición, me suscribo de usted, su atento y deferente servidor.

  
DAVID CORDON HICHOS  
Alcalde Municipal



*pasame a Hector. Manzi  
para que me  
Ordene Justicia Paz*





## DIRECCION DE AREA DE SALUD DE EL PROGRESO

TEL.: 9451-339/926 Y 932  
GUATEMALA, C. A.

ANEXO No.2

REF. _____
Nº. _____

—VISION DE SANEAMIENTO AMBIENTAL AREA DE SALUD DE EL —  
PROGRESO, A DOCE DIAS DEL MES DE MAYO DEL DOS MIL TRES—

ASUNTO: El Señor DAVID CORDON HICHOS, alcalde Municipal del Departamento de Guastatoya, solicita sus buenos oficios en el Sentido de que personal Técnico de Salud, se sirvan realizar los análisis correspondientes al agua potable que se distribuyen en el Municipio, en virtud que muchos vecinos se quejan constantemente manifestando que están padeciendo de Diarrea severa.

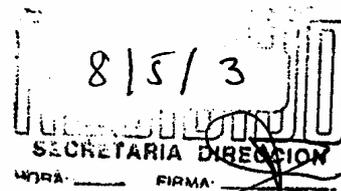
Pase atentamente, la presente al Dr. Vinicio David Enriquez pinto— Director del Hospital Nacional de esta Ciudad de Guastatoya, para— su conocimiento y gire instrucciones a quien corresponde y así supervisen el proyecto de agua y efectuen el analisis correspondiente— Diligenciado vuelva la presente.

Muy Atentamente,

Héctor Oliverio Marroquín Barrientos  
ISA Area de Salud, El Progreso.



*para  
firmar  
Orden*



NUM.	_____
REF.	_____

Al contestar sí vase mencionar el  
Número y referencia de esta nota

ANEXO No.3

---RECCION DEL HOSPITAL NACIONAL DE GUASTATOYA, EL PROGRESO,  
a los efectos de la nota de mayo del 2005 del Sr. Alcalde ---

ASUNTO: El Señor DAVID GERSON MICHOS, Alcalde Municipal del Departamento de El Progreso, solicita sus buenos oficios en el sentido de que personal Técnico de Salud, se sirvan realizar los análisis correspondientes al agua potable que se distribuyen en el Municipio de Guastatoya, en virtud de que muchas veces se quejan constantemente manifestando que están padeciendo de diarreas severas.

Providencia No. 005-003

Por lo que se remite al Departamento de Saneamiento Ambiental para que haya lugar de acuerdo al Código de Salud y sus Reglamentos y que realice los análisis de agua en este Municipio y consigne información a la Jefatura de Área de los resultados, y se solicite un análisis para este fin.

Dr. Virgilio David Rodríguez Plata  
Director Hospital Nacional.



ANEXO No.4

Ministerio de Salud Pública y A.S.  
Dirección de Area de Salud El Progreso  
Departamento de Saneamiento Ambiental

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLOGICO POR EL METODO DE MEMBRANA DE FILTRACION.

No. 172/2,000 MUESTRA DE: Cab. Mapl. Guastatoya

FECHA Y HORA EN QUE SE TOMO LA MUESTRA: 7/8/2000 - 11:00 a.m.

SITIO: Grifo Hospital Nac. FUENTE: Nacimiento

PERSONA QUE COPIO LA MUESTRA: I.S.A. Juan Carlos Carías

FECHA Y HORA EN QUE SE ANALIZA: 9/8/2000 - 8:37 hrs.

COLOR: Incolora ASPECTO: Claro

SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Algunas partículas

INVESTIGACION DEL GRUPO COLIFORME: \_\_\_\_\_

#. MEM. FILTRA.	MEDIO SELEC.	Vo. DE MUESTRA	No. DE COLIF. COLIFORME	No. COLIFOR. No. COLIFORME	No. COLIFOR. X 100 ML.	TIEMPO DE INCUBAC.
<u>1</u>	<u>Endo</u>	<u>100 ml.</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>24 hrs.</u>

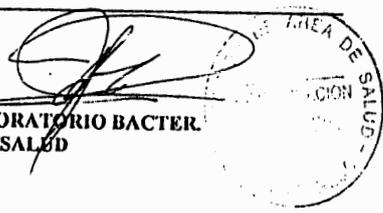
OBSERVACIONES: Muestra sin cloro residual al momento de su análisis.

CONCLUSIONES: Apta para consumo humano.

RECOMENDACIONES: \_\_\_\_\_

LUGAR Y FECHA: Guastatoya, 10/8/2,000

RESPONSABLE: COORDINADORA  
ENCARGADO DE LABORATORIO BACTER.  
DIRECCION AREA DE SALUD  
EL PROGRESO.



ANEXO No.5

Ministerio de Salud Pública y A.S.  
Dirección de Área de Salud El Progreso  
Departamento de Saneamiento Ambiental

Octubre  
2002

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLOGICO POR EL METODO DE  
MEMBRANA DE FILTRACION.

No. 35-2,002 MUESTRA DE: Guatatoya, El Progreso

FECHA Y HORA EN QUE SE TOMO LA MUESTRA: 14-10-2,002 9:20 horas

SITIO: Casa de Irma Tolanda Castañeda FUENTE: Nacimiento

PERSONA QUE COPIO LA MUESTRA: I.S.A Yesenia Pérez

FECHA Y HORA EN QUE SE ANALIZA: 15-10-2,002 9:00 horas

COLOR: Claro ASPECTO: Incoloro

SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Ninguna

INVESTIGACION DEL GRUPO COLIFORME: \_\_\_\_\_

#. AERIAL	MEDIO SELEC.	VOL. DE MUESTRA	No. DE COLIF. COLIFORME	No. COLIFOR. No. COLIFORME	No. COLIFOR. X 100 ML.	TIEMPO DE INCUBAC.
<u>1</u>	<u>Endó</u>	<u>100 ml</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>24 horas</u>

OBSERVACIONES: Muestra al momento de su analisis con 0.5 de Cloro residual

CONCLUSIONES: Agua apta para el consumo humano

RECOMENDACIONES: Mantener control constante de sistema de agua para que siempre esté funcionando su sistema de clarificación

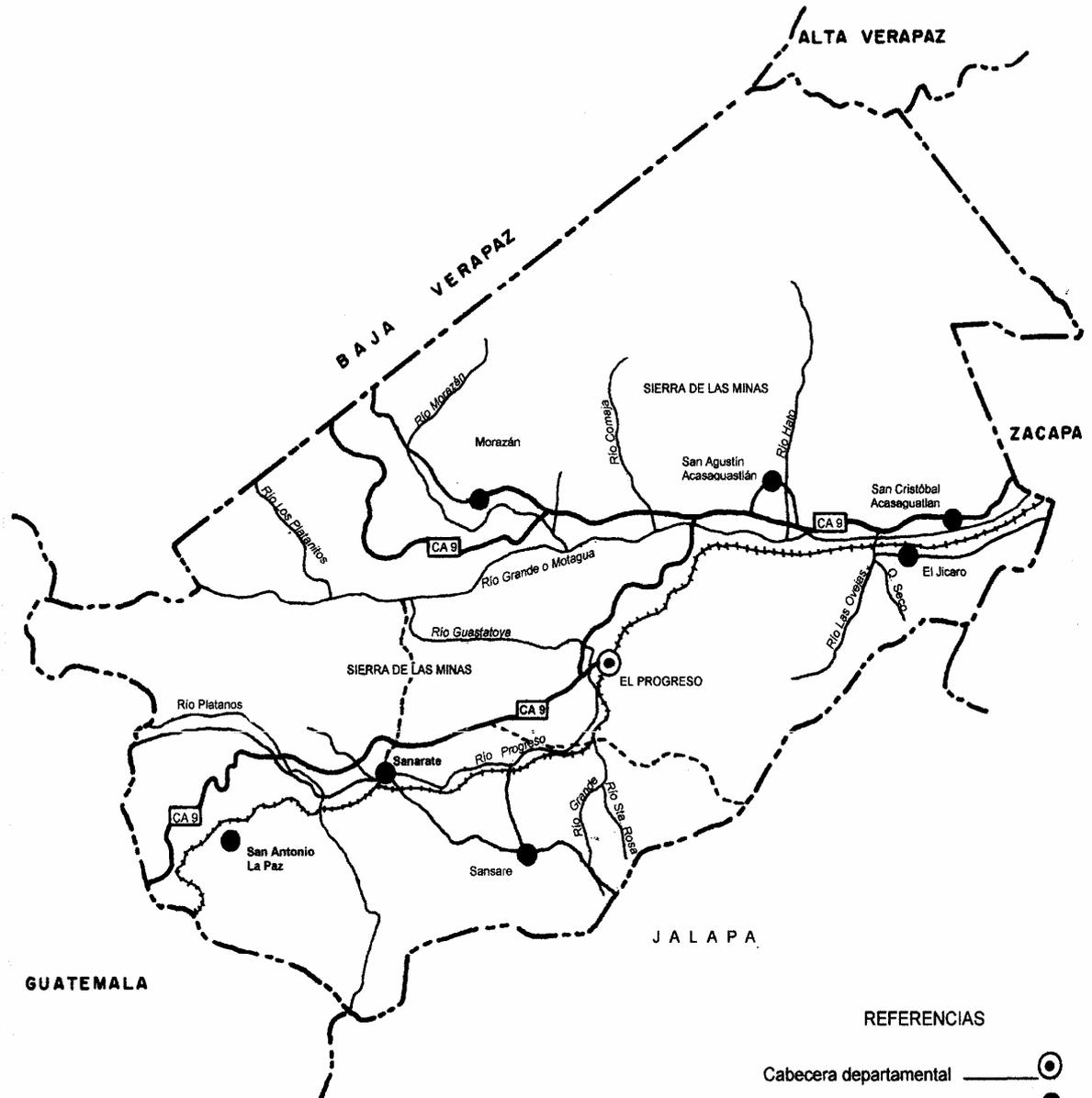
LUGAR Y FECHA: Guatatoya 15 de Octubre del 2,002

RESPONSABLE:

COORDINADOR DEL LABORATORIO BACTERIOLÓGICO  
ENCARGADO DEL LABORATORIO BACTERIOLÓGICO  
DIRECCIÓN DE SALUD PÚBLICA  
EL PROGRESO



DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO



REFERENCIAS

- Cabecera departamental
- Cabecera municipal
- Cabecera de primer orden
- Carretera de segundo orden
- Vereda
- Rio
- Ferrocarril

LOS LIMITES DEPARTAMENTALES NO SON AUTORITATIVOS



## EL PROGRESO

Se constituye un enclave cultural mestizo, que guarda tradiciones orales bastante arraigadas a la cultura occidental, pero aún así está históricamente entrelazado, en algún sentido, con las costumbres de raíz indígena.

El Progreso es el departamento en donde buena parte de los viajeros realizan una parada de descanso, pues en las orillas de la carretera existen ventas de productos comestibles, que suelen darse en tierras propias o traídos del oriente del país, así como algunos servicios básicos.

En lo referente a sus cultivos, este departamento fue famoso por trabajar el achote y actualmente es el mayor productor de loroco, por lo que surte de esta flor a casi todos los mercados del país.

En dicha región florecen los cuentos populares, que por lo general están a cargo de guías de la comunidad quienes, además de transmitir su sabiduría en otras ramas, dedican tiempo a enseñar a los niños y jóvenes sobre los misterios de la vida. (9.7)

## GRUPOS LINGÜÍSTICOS

Según los últimos hallazgos arqueológicos, en las riberas del río Motagua y regiones aledañas, existen asentamientos prehispánicos que reflejan su doblamiento maya o nahuatl en las épocas del postclásico maya.

Sin embargo, es a partir del siglo XVI que esta región fue habitada por los pipiles; con el advenimiento de la fuerte colonización española, esta región se convirtió rápidamente en vía de paso mercantil con el Caribe y España, el idioma español se asentó definitivamente y los antiguos habitantes fueron transculturados, por lo que aquellos idiomas desaparecieron. (9.7)

#### DATOS GENERALES

El departamento de El Progreso, cuenta con un área aproximada de 1,922 kilómetros cuadrados, fue creado por Decreto del Ejecutivo No. 683 del 13 de abril de 1908. Posteriormente fue suprimido por Decreto Gubernativo No. 756 del 9 de Junio de 1920, y por último, fue reestablecido el 3 de abril de 1934 por Decreto No. 1965.

Colinda al norte con los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz; al este con Zacapa y Jalapa. Al sur y oeste con el de Guatemala. Según el censo de población de 1944, su población era de 108,400 habitantes, de los cuales sólo el 2.05% eran indígenas.

Entre sus principales medios de comunicación está la carretera del Atlántico, que hacia el norte conduce a Puerto Barrios y Santo Tomás de Castilla en el Caribe y hacia el sur a la capital. Cuenta también con carreteras que lo comunican con otros departamentos como la que partiendo de la aldea El Rancho se desvía hacia las Verapaces, y otra que cruzando el departamento de Zacapa, conduce hacia Chiquimula y Esquipulas.

Su configuración geográfica es bastante variada, pues sus alturas varían entre los 1,240 metros sobre el nivel del mar en San Antonio La Paz y los 245 en El Jícaro, por lo que su clima es predominantemente cálido, lo que le permite que se encuentre variedad de plantas propias de terrenos semiáridos y áridos.

El principal accidente geográfico del departamento es la Sierra de las Minas y su fuente de agua más importante es el Río Grande o Motagua, el cual durante su recorrido permite formar acequias que irrigan terrenos para cultivo.

Su producción agrícola es bastante variada. Se produce café, caña de azúcar, tabaco, maíz, frijol, cacao, achote, vainilla, té de limón, tomate, algodón y frutas variadas. En cuanto a su producción artesanal, se elaboran artículos de palma como trenzas, sombreros, petates y escobas. También trabajan cuero, yuquilla.

(9.7)

## 1. Sistema Fotométrico

ANEXO No.7

### 1.2 Fotómetros

Los fotómetros que forman parte del sistema de análisis Spectroquant® se diferencian de los fotómetros convencionales en los siguientes importantes aspectos:

- Las funciones de calibración de todos los kits de ensayo están almacenadas electrónicamente.
- El valor de medida puede leerse inmediatamente en el display en la forma deseada.
- El método se selecciona mediante la función

AutoSelect (código de barras en la cubeta/en el AutoSelector para ensayos con reactivos).

- Los fotómetros poseen funciones de ACA para asegurar la calidad de la medición.
- En el aparato se almacenan permanentemente nuevos métodos actualizando con el MemoChip.

Para datos técnicos e instrucciones de uso consultar la sección "Descripción de la función".

## 2. Kits de ensayo fotométricos

### 2.1 Principio básico

Por medio de reactivos, el componente de una muestra a analizar se convierte en un compuesto coloreado en una reacción específica. Los reactivos o mezclas de reactivos contienen – además del reactivo selectivo para el parámetro a determinar – un determinado número de sustancias auxiliares que son esenciales para el curso de la reacción. Estos incluyen, por ejemplo, soluciones amortiguadoras para ajustar el pH al valor óptimo para la reacción, y agentes enmas-

carantes que suprimen o minimizan la influencia de iones interferentes.

Las reacciones de color están en la mayoría de los casos basadas en procedimientos analíticos clásicos modificados – en muchos casos también normalizados. En el prospecto adjunto al envase o en el resumen de los parámetros se encuentran detalles sobre los procedimientos respectivos.

#### 2.1.1 Spectroquant® Tests en cubetas

La parte más importante de estos kits de ensayo es la cubeta.



#### Reactivos adicionales

Algunos tests en cubeta, p. ej. DQO o Nitrogeno de nitritos, contienen todos los reactivos necesarios ya en la cubeta, de manera que solamente se debe añadir la muestra con la pipeta.

En otros tests, debido a razones de compatibilidad química, es necesario separar el test en dos o tres mezclas de reactivos. En estos kits de ensayo es necesario agregar – además de la muestra – el reactivo de dosificación al reactivo en la cubeta.

## 2. Kits de ensayo fotométricos

### 2.1.2 Spectroquant® Tests reactivos

El principio de los tests con reactivos es que los reactivos necesarios para la reacción de color están combinados en forma de concentrados líquidos, o de mezclas de sustancias sólidas. En estos tests, unas pocas gotas del respectivo concentrado reactivo se adicionan a, por ejemplo, 5 ml de la muestra. Esto

significa que no es necesario diluir la muestra, lo que aumenta la sensibilidad de la detección. Puede prescindirse de completar la muestra a un determinado volumen en un matraz aforado, lo que es usual en la fotometría convencional.

## 2.2 Notas para el uso práctico

### 2.2.1 Intervalo de medida

La intensidad del color de una solución, medida como absorbancia, es proporcional a la concentración del analito respectivo solamente dentro de un intervalo determinado. Este intervalo de medida (intervalo efectivo de aplicación) se almacena electrónicamente en los fotómetros para cada kit de ensayo individual (véase tabla resumen en la sección 1.3).

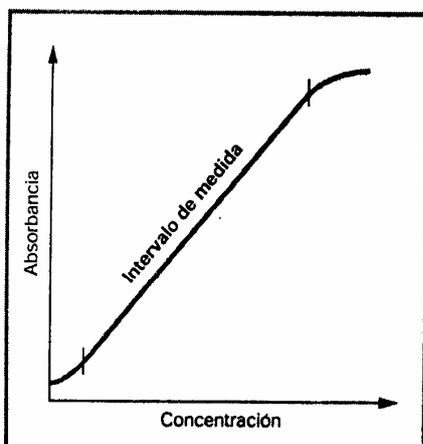
Por debajo del intervalo de medida especificado, debe utilizarse una cubeta diferente u otro procedimiento. El **límite inferior del intervalo de medida**, o toma la forma de no linealidad de la curva de calibración, tal como se muestra en la figura más abajo, o es dada por el límite de detección. El **límite de detección** de un método analítico dado es la concentración más baja que difiere de la concentración cero con una probabilidad definida (p. ej. 95%).

El **límite superior del intervalo de medida** está caracterizado por ya no existir correlación lineal entre la concentración de analito y la absorbancia. En tal caso la muestra debe diluirse de manera que se encuentre idealmente en el centro del intervalo efectivo de aplicación (medición con el error mínimo).

En fotometría es una práctica usual medir frente al **valor en blanco del reactivo**. Aquí el análisis se

efectúa en forma "ciega", esto es, sin agregar analito alguno. En lugar del volumen de muestra, se utiliza la cantidad correspondiente de agua destilada o desionizada. Este **valor en blanco del reactivo está ya almacenado electrónicamente** en nuestros fotómetros, lo que significa que no es necesaria una medición por separado. Es posible, sin embargo, mejorar la exactitud de la determinación en el límite del intervalo de medida midiendo frente a una solución en blanco de reactivo preparada por uno mismo (para el ajuste véase la descripción de la función "corrección del valor en blanco").

Sin embargo también hay casos en los cuales la intensidad del color de la solución, y por lo tanto la absorbancia, disminuye de nuevo a **concentraciones muy altas de analito**. Estos casos ejemplares se encuentran listados en la tabla inferior. Los valores indicados en el display son correctos hasta las concentraciones especificadas en la tercera columna, y por encima de estas concentraciones se obtienen valores de medición falsos. En tal caso es necesario realizar un control de plausibilidad realizando ensayos preliminares mediante tiras indicadoras o mediante dilución.



Art. núm.	Método	Indicación correcta del resultado hasta la concentración de la muestra	Cambio de color
1.14752	Amonio	25 mg/l	turquesa en lugar de verde
1.14558	Amonio TC	250 mg/l	turquesa en lugar de verde
1.14544	Amonio TC	100 mg/l	turquesa en lugar de verde
1.14559	Amonio TC	5000 mg/l	turquesa en lugar de verde
1.14828	Cloro	30 mg/l	coloración amarilla en lugar de rojo
1.14557	Fluoruro TC	4 mg/l	amarillo pardusco en lugar de violeta
1.14553	Cobre TC	25 mg/l	azul claro/turquesa en lugar de azul
1.14767	Cobre	25 mg/l	azul claro/turquesa en lugar de azul
1.14551	Fenol TC	100 mg/l	debilitamiento del color
1.14831	Plata	5 mg/l	sin cambios (locución)

## ANEXO No.8



## Cloro

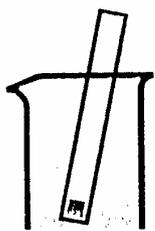
14828

## Determinación de cloro libre y cloro (total)

Test con reactivos

Intervalo de medida:	0,10 - 7,50 mg/l de Cl <sub>2</sub>	cubeta de 10 mm	Intervalo de medida:	Es posible expresar los resultados también en mmol/l, así como en Cl <sub>2</sub> libre [Cl <sub>2</sub> (f)], Cl <sub>2</sub> combinado [Cl <sub>2</sub> (b)], Cl <sub>2</sub> total [Cl <sub>2</sub> (t)].
	0,05 - 4,00 mg/l de Cl <sub>2</sub>	cubeta de 20 mm		
	0,01 - 1,50 mg/l de Cl <sub>2</sub>	cubeta de 50 mm		

## Determinación de cloro libre



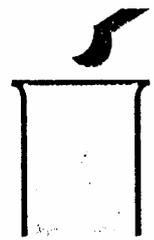
Comprobar el valor del pH de la muestra, intervalo previsto: pH 3-9



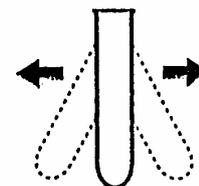
En caso necesario, corregir el valor del pH añadiendo gota a gota solución diluida de hidróxido sódico o de ácido sulfúrico.



Añadir con la pipeta 5 ml de la muestra en un tubo de ensayo.



Añadir 1 microcucharada azul de Cl<sub>2</sub>-1A.



Agitar intensamente para disolver la sustancia sólida



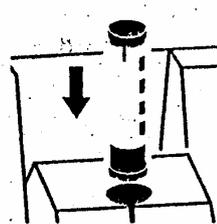
Añadir 2 gotas de Cl<sub>2</sub>-3A y mezclar.



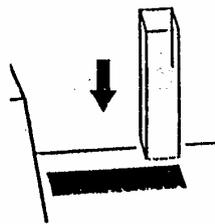
Tiempo de reacción: 1 minuto



Añadir la solución a la cubeta correspondiente.



Seleccionar el método con el AutoSelector.



Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.

## Determinación de cloro (total)

Igual preparación que arriba, sólo que en lugar de añadir 2 gotas de Cl<sub>2</sub>-3A se añaden 2 gotas de Cl<sub>2</sub>-2A.

Si se desea diferenciar entre cloro libre, cloro combinado y cloro total, medir primeramente Cl<sub>2</sub> total, luego medir Cl<sub>2</sub> libre. Antes de la medición ajustar el fotómetro a medición por diferencia (ver descripción de la función).

## Importante!

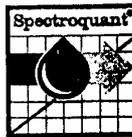
Concentraciones muy elevadas de cloro en la muestra producen soluciones de color amarillo (la solución de medición debe ser roja) y valores falsamente bajos; en estos casos debe diluirse la muestra.

Para la medición en la cubeta de 50 mm deben doblarse en cada caso el volumen de la muestra y el volumen de los reactivos.

## Aseguramiento de la calidad

Para comprobar el sistema de medición (reactivos del test, dispositivo de medición y manipulación) debe prepararse uno mismo una solución patrón de cloro a partir de cloramina T p.a., art. 1.02426. Con esta solución puede comprobarse la determinación de cloro total (ver apartado "Soluciones patrón").

## ANEXO No.9



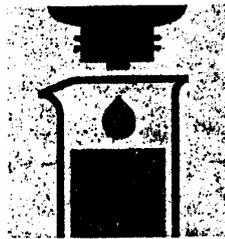
## Cloruros

1897

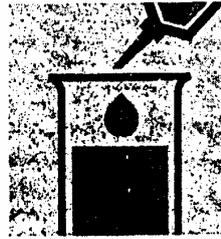
Intervalo : 10 - 250 mg/l de  $\text{Cl}^-$  cubeta de 10 mm  
 de medida: 2,5 - 25,0 mg/l de  $\text{Cl}^-$  cubeta de 10 mm  
 Es posible expresar los resultados también en mmol/l.



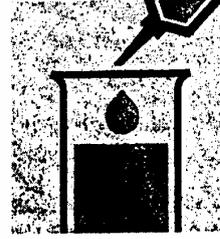
Comprobar el valor del pH de la muestra, intervalo previsto: pH 1-12



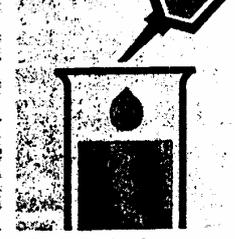
En caso necesario, corregir el valor del pH añadiendo gota a gota solución diluida de ácido nítrico o resp. de amoníaco.



Añadir con la pipeta 1 ml (para 10-250 mg/l) o resp. 5 ml (2,5-25,0 mg/l) de la muestra en un tubo de ensayo.



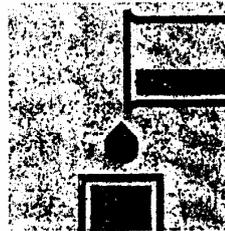
Añadir con la pipeta 2,5 ml de Cl-1 y mezclar.



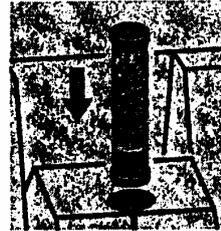
Añadir con la pipeta 0,5 ml de Cl-2 y mezclar.



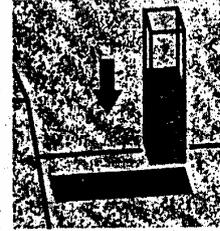
Tiempo de reacción:  
1 minuto



Añadir la solución a la cubeta correspondiente.



Seleccionar el método con el AutoSelector.



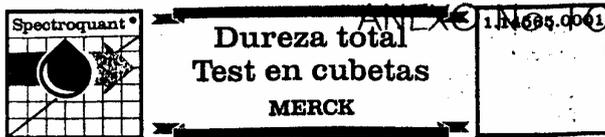
Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.

**Aseguramiento de la calidad:**

Para comprobar el sistema de medición (reactivos del test, dispositivo de medición y manipulación) recomendamos usar Spectroquant® CombiCheck 60, art. núm. 1.14696.

Tras la correspondiente dilución también puede utilizarse la solución patrón de cloruros lista para el uso, art. núm. 1.19897, concentración 1000 mg/l  $\text{Cl}^-$ .

Para comprobar los efectos dependientes de la muestra se recomienda el uso de solución de dilución (componente de CombiCheck 60).



## 1. Definición

La dureza (dureza total) de un agua está condicionada por su contenido en sales de los metales alcalinotérreos calcio, magnesio, estroncio y bario ("formadores de dureza"). Como que en el agua el estroncio y el bario en general solamente se encuentran en trazas, se define la dureza como el contenido de un agua en iones calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e iones magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Es usual que la indicación de la dureza del agua se refiera solamente al calcio, esto es, que también el contenido en iones  $\text{Mg}^{2+}$  se exprese como contenido en calcio. Como unidad de medida práctica para la dureza se utiliza frecuentemente el grado alemán, que se define como

$$1^\circ\text{d} = 10 \text{ mg/l de CaO}$$

## 2. Método

El calcio y el magnesio, en solución alcalina, reaccionan con púrpura de italeína dando un colorante violeta que se determina fotométricamente. Empleando un enmascarante selectivo puede diferenciarse entre calcio y magnesio.

## 3. Intervalo de medida y número de determinaciones

Longitud de onda <sup>1)</sup>	Intervalo de medida <sup>2)</sup>	Número de determinaciones
574 nm	5 - 150 mg/l de Ca 5 - 50 mg/l de Mg 1,2 - 39,0 °f	

<sup>1)</sup> Máximo de absorción; la longitud de onda memorizada en los fotómetros del sistema puede diferir de este valor.

<sup>2)</sup> Factores de conversión, v. apartado 9

## 4. Campo de aplicaciones

**Material de las muestras:**  
Aguas subterráneas y superficiales  
Agua potable  
Aguas minerales y medicinales  
Agua de calderas

## 5. Influencia de sustancias extrañas

Ésta se comprobó; para iones hasta 1.000 mg/l - en soluciones con 75 mg/l de Ca. La determinación todavía no es interferida por las concentraciones de sustancias extrañas indicadas en la tabla.

Concentración de sustancias extrañas en mg/l o en % (mg/l)							
$\text{Al}^{3+}$	10	$\text{Fe}^{2+}$	50	$\text{Zn}^{2+}$	10	EDTA	1
$\text{Cr}^{3+}$	50	$\text{Mn}^{2+}$	10			Na-acetato	1%
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	100	$\text{NH}_4^+$	100			NaCl	5%
$\text{Cu}^{2+}$	5	$\text{Ni}^{2+}$	10			$\text{NaNO}_3$	5%
F <sup>-</sup>	100	$\text{NO}_2^-$	100			$\text{Na}_2\text{SO}_4$	1%

## 6. Reactivos y auxiliares

¡Tener en cuenta las advertencias de peligro que se encuentran en los diferentes componentes del envase!  
Los reactivos del test son utilizables hasta la fecha indicada en el envase si se conservan cerrados entre +2 y +8 °C.

### Contenido del envase:

1 frasco de reactivo H-1K  
1 frasco de reactivo H-2K  
25 cubetas de reacción  
1 cubeta con muestra en blanco (tapa rosca blanca); solamente necesaria en caso que se utilice el fotómetro SQ 118  
1 hoja con etiquetas redondas autoadhesivas para numerar las cubetas

### Otros reactivos y accesorios:

Indicador universal en varillas pH 0-14, art. 1.09535.0001  
Sodio hidróxido en solución 1 mol/l, art. 1.09137.  
Ácido clorhídrico 1 mol/l, art. 1.09057.  
Merckoquant® Test Dureza total, art. 1.10025.0001, intervalo de medida 5,3-37,5 °f o  
Merckoquant® Test Dureza total, art. 1.10046.0001, intervalo de medida 9-45 °f  
Calcio - solución patrón, 1.000 mg/l de Ca (250 °f), art. 1.19778.0500  
Pipeta de émbolo 0,050-0,250 ml, art. 1.14685.0001  
Puntas y émbolos para pipeta de émbolo (10 unidades de cada tipo), art. 1.14686.0001  
Soporte para pipeta de émbolo, art. 1.14718.0001  
Soporte para cubetas, art. 1.14710.0001

Merck KGaA, 64271 Darmstadt, R. F. A., tel. (0 61 51) 72 0, telefax (0 61 51) 72 20 00

## 7. Preparación

- Analizar las muestras inmediatamente después de la toma de muestras.
- El valor del pH debe encontrarse en el intervalo 5-8. Si es necesario, ajustar el pH con solución de hidróxido sódico o con ácido clorhídrico.
- Comprobar el contenido de dureza total con Merckoquant® Test Dureza total. Deben diluirse con agua destilada las muestras con más de 150 mg/l de Ca (39 °f).
- Filtrar las muestras turbias.
- Sacar el envase del refrigerador como mínimo 30 minutos antes del uso llevarlo a temperatura ambiente.

## 8. Técnica

### Preparación de la muestra de medición:

Muestra preparada (15-25 °C)	0,2 ml	Pipetear en una cubeta de reacción, cerrar la cubeta y mezclar.
Reactivo H-1	0,2 ml	Añadir con pipeta, cerrar la cubeta y mezclar. Dejar en reposo exactamente 10 minutos, luego medir.
Valor de medición A = contenido de Ca + contenido de Mg		

### Diferenciación Ca/Mg:

Reactivo H-2K	0,2 ml	Añadir con pipeta a la cubeta ya medida, cerrar la cubeta y mezclar. Medir de nuevo inmediatamente.
Valor de medición B (contenido de Mg)		
Contenido de Ca = valor de medición A - valor de medición B		

### Medición:

- Para la medición fotométrica las cubetas deben estar limpias. Si es necesario, limpiarlas con un paño seco y limpio.
- Las turbideces después de acabada la reacción dan como resultado valores falsamente elevados.
- El valor del pH de la solución de medición debe encontrarse en el intervalo 9,4-9,6.
- El color de la solución de medición permanece estable sólo por breve tiempo. Por esto deben observarse exactamente los tiempos antes citados.

## 9. Conversiones

Unidad	mg/l (ppm) de $\text{Ca}^{2+}$	grado alemán °d	grado inglés °e	grado francés °f	mmol/l de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	mol/l de Ca
1 mg/l (ppm) de $\text{Ca}^{2+}$	1	0,140	0,175	0,25	0,025	2,5
1 grado alemán °d	7,13	1	1,25	1,78	0,18	17,8
1 grado inglés °e	5,73	0,799	1	1,43	0,14	14,3
1 grado francés °f	4,00	0,560	0,700	1	0,10	10,0
1 mmol/l de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	40,08	5,60	7,02	10,00	1	100,0
1 mg/l (ppm) de $\text{CaCO}_3$	0,40	0,056	0,070	0,10	0,01	1

## 10. Aseguramiento analítico de la calidad

El reconocimiento de los resultados de medición presupone la comprobación que tiene lugar el aseguramiento analítico de la calidad (ATV M 704). Para comprobar el sistema fotométrico de medición (reactivos del test, disposición de medición, manipulación) y el modo de trabajo puede usarse una solución patrón de calcio diluida de 100 mg/l de Ca (25 °f). Mediante adición de patrón se pueden determinar las influencias dependientes de la muestra (efectos de la matriz).

### Datos característicos del procedimiento:

En el control de producción se determinaron los siguientes datos según DIN 38402 A51:

Desviación estándar del procedimiento	± 1,0 mg/l de Ca
Coefficiente de variación del procedimiento	± 1,5%
Intervalo de confianza	± 3 mg/l de Ca
Número de lotes	1

Dispersión de un valor de medición: máx. ± 6 mg/l de Ca (± 1,5 °f)

## 11. Notas

- Cerrar de nuevo inmediatamente los frascos tras la toma de los reactivos.
- La organización local de Merck o su suministrador le informará sobre la eliminación o el retorno de residuos.



# Nitritos

14776

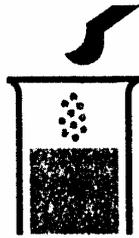
Test con reactivos

Intervalo de medida:	0,02 - 1,00 mg/l de N de NO <sub>2</sub> ("NO <sub>2</sub> -N")	cubeta de 10 mm
	0,010 - 0,500 mg/l de N de NO <sub>2</sub> ("NO <sub>2</sub> -N")	cubeta de 20 mm
	0,005 - 0,200 mg/l de N de NO <sub>2</sub> ("NO <sub>2</sub> -N")	cubeta de 50 mm
	0,10 - 3,00 mg/l de NO <sub>2</sub>	cubeta de 10 mm
	0,03 - 1,60 mg/l de NO <sub>2</sub>	cubeta de 20 mm
	0,015 - 0,650 mg/l de NO <sub>2</sub>	cubeta de 50 mm

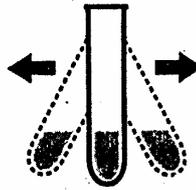
Es posible expresar los resultados también en mmol/l.



Pipetear 5 ml de la muestra en un tubo de ensayo.



Añadir 1 microcucharada azul de NO<sub>2</sub>-AN.



Agitar intensamente para disolver la sustancia sólida.



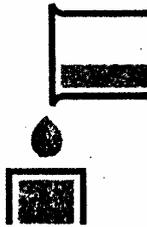
Comprobar el valor del pH de la muestra, intervalo previsto: pH 2,0-2,5



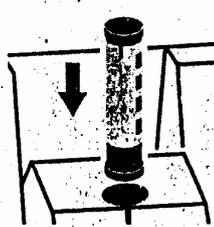
En caso necesario, corregir el valor del pH añadiendo gota a gota solución diluida de hidróxido sódico o resp. de ácido sulfúrico.



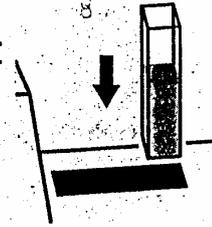
Tiempo de reacción: 10 minutos



Añadir la solución a la cubeta correspondiente.



Seleccionar el método con el AutoSelector.



Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.

### Importante:

Para la medición en la cubeta de 50 mm, el volumen de la muestra y el volumen de los reactivos deben ser doblados en cada caso.

### Aseguramiento de la calidad:

Para comprobar el sistema de medición (reactivos del test, dispositivo de medición y manipulación) tras la correspondiente dilución puede utilizarse la solución patrón de nitritos lista para el uso, art. núm. 1.19899, concentración 1000 mg/l de NO<sub>2</sub>.

**La exactitud del nefelómetro debe ser chequeada y ajustada a intervalos regulares.**

**Para mediciones de acuerdo a DIN/ISO y también para métodos estándar ser requiere calibración con formazina.**

## ANEXO No. 12

### ACTIVIDADES PREPARATORIAS

1. Encender el aparato
2. Esperar 30 minutos para que caliente
3. Tener listo el estándar
4. Asegurarse que las celdas en la parte exterior estén limpias, secas y libre de huellas.

### CALIBRACION

1. Presionar la tecla CAL. Aparece en la pantalla Ident y Cal. El número 1000 NTU aparece en la parte baja de la pantalla.
2. Insertar el estándar de calibración 1000NTU en el porta celda.
3. Alinee la celda y espere un valor estable.
4. Presione la tecla  $\leftarrow$  La señal Store "parpadea" por aproximadamente 3 segundos. El número 1000 (NTU) aparece en la parte superior de la pantalla. El número 10.0(NTU) aparece en la parte inferior de la pantalla.
5. Inserte el estándar de calibración 10. NTU en el porta celda.
6. Alinee la celda y espere un valor estable.
7. Presionar la tecla  $\leftarrow$  La señal Store "parpadea" por aproximadamente 3 segundos. El número 10 NTU aparece en la parte superior de la pantalla. El número 0.02 (NTU) aparece en la parte inferior.
8. Insertar el estándar de calibración 0.02 NTU en el porta celda.
9. Alinee la celda y espere un valor estable.
10. Presione la tecla  $\leftarrow$  El procedimiento de calibración está completo. El instrumento regresa automáticamente al modo normal de medida.

### CHEQUEO DE CALIBRACION

El paquete contine 3 estándares secundarios (aproximadamente 0.02, 10.0, 1000 NTU) para calibraciones periódicas. Los valores indicados en la parte superior del estándar son solamente para la primera orientación. Tomar nota que los estándares TURBIQUANT 1500 IR/T deben ser asignados valores después de cada calibración con formazina. Por favor marcar estos valores en la parte superior de cada estándar.

## ANEXO No.13

## PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACIONES

## DESCRIPCION OPERATIVA DEL CONDUCTIMETRO

ÁREA DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

Equipo estandarizado: *InoLab Cond Level 2®*, WTW

TECLA	
	Tecla de encendido
	Tecla de modo
	Tecla CAL
	Tecla STO
	Tecla AR
	Tecla RCL
	Tecla Run Enter
	Tecla más
	Tecla menos

## 1. OBJETIVO

- 1.1 Determinar la conductividad, la salinidad y el contenido de sólidos totales del agua, como parámetro de la calidad química de ésta.
- 1.2 Establecer la aplicabilidad del agua analizada según su calidad.

## 2. RESPONSABLE

El manejo adecuado del equipo está a cargo de la persona encargada de el análisis fisicoquímico de aguas, que posea el entrenamiento técnico para ello. Debe ser controlado por el profesional encargado de Análisis y Calidad del laboratorio.



## PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACIONES

## DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO DEL CONDUCTIMETRO

---

ÁREA DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO DE AGUA

Equipo estandarizado: *InoLab Cond Level 2<sup>®</sup>*, WTW

---

### 1. OBJETIVO

1.1 Mantener en buen estado el funcionamiento del conductímetro para asegurar la veracidad de los resultados obtenidos.

### 2. RESPONSABLE

El manejo adecuado del equipo está a cargo de la persona encargada de el análisis fisicoquímico de aguas, que posea el entrenamiento técnico para ello. Debe ser controlado por el Profesional encargado de Análisis y Calidad del laboratorio

### 3. PROCEDIMIENTO

#### 3.1 DATOS TECNICOS

3.1.1 Temperatura de almacenamiento: -25°C a +65°C.

3.1.2 Temperatura de operación: 0°C a +55°C.

3.1.3 Humedad relativa permisible: < 75% media al año.

3.1.4 Fuente energética:

3.1.4.1 Baterías: alcalinas tipo AA, 4 x 1.5V

3.1.4.2 Tiempo de funcionamiento: aproximadamente 3000 horas de operación.

#### 3.2 MANTENIMIENTO

3.2.1 Este instrumento de medida es casi libre de mantenimiento, lo único que requiere es cambio de baterías.

3.2.2 El instrumento utiliza 4 baterías (tipo Mignon AA), utilizar baterías alcalinas de manganeso a prueba de derrame.

#### 3.3 LIMPIEZA

3.3.1 Limpiar ocasionalmente el exterior del instrumento con un paño suave. Desinfectar con isopropanol.

3.3.2 Evitar el uso de solventes para la limpieza, ya que el instrumento está recubierto de material sintético.

#### 3.4 CALIBRACION

3.4.1 El instrumento está programado para mostrar en la pantalla el momento en el que requiere de calibración.

3.4.2 Calibrar con la solución estándar control 0.01 mol/L de KCl.

Tomado del Manual Operativo del Instrumento InoLab Cond Level 2. WTW. Germany: WTW, 1999

**CONDUCTIVIMETRO inoLab level 2  
PROCEDIMIENTO DE MEDICION**

**EL CONDUCTIVIMETRO DEBE CALIBRARSE Y  
CHEQUEAR LA ESTABILIDAD DE LA SEÑAL DE  
MEDIDA ANTES DE PROCEDER A REALIZAR  
PROCEDIMIENTOS DE MEDICION**

1. Conectar la celda de medición al instrumento
2. Calibrar el instrumento o chequear la constante de la celda.
3. Chequear la estabilidad de la señal de medida (la cual tiene un efecto considerable en la reproducibilidad del valor medido).

**CONDUCTIVIDAD**

4. Sumergir la celda de medición de conductividad en la muestra.
5. Presionar la tecla **M** hasta que aparezca . El valor de la conductividad aparece en la pantalla

**SALINIDAD**

6. Sumerja la celda de medida de conductividad en la muestra
7. Presione la tecla **M** varias veces hasta que aparezca **Sal** . El valor de la muestra aparece en la pantalla.
8. Esperar hasta que aparezca y valor estable.

**SOLIDOS TOTALES DISUELTOS**

9. Sumergir la celda de medición de conductividad en la muestra.
10. Presionar la tecla **M** varias veces hasta que aparezca **TDS**. El valor de la muestra aparece en la pantalla
11. Colocar el factor de Sólidos totales (0.40...1.00) usando las teclas  $\Delta$  o  $\nabla$ .
12. Esperar un valor estable.